

**Produção de Frutos e Exportação de Nutrientes Pela Bananeira em
Função da Adubação com NPK**

FRANCISCO RODRIGUES DA COSTA

**AGOSTO - 2011
FORTALEZA – CEARÁ
BRASIL**

Produção de Frutos e Exportação de Nutrientes Pela Bananeira em Função da Adubação com NPK

FRANCISCO RODRIGUES DA COSTA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do Ceará – UFC, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

**AGOSTO - 2011
FORTALEZA – CEARÁ
BRASIL**

Dissertação submetida à análise como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

Francisco Rodrigues da Costa

Dissertação aprovada em: / /

Prof. Ismail Soares, D.S.
(Orientador)

Prof. Márcio Cleber, D.S.
(Examinador)

Prof^ª. Mírian Cristina, D.S.
(Examinador)

RESUMO

Objetivando determinar o efeito de diferentes doses de NPK sobre a produção de frutos, o teor de nutrientes nas folhas e a exportação de N, P, K, S, Mn, Fe, Zn e Cu pelos frutos durante o segundo ciclo de produção da bananeira 'Pacovan Apodi' foi realizado este estudo em um lote cedido pela empresa FRUTACOR, no distrito de Cercado do Meio, localizado no município de Quixeré/CE. O trabalho foi iniciado em agosto de 2009, logo após o término do primeiro ciclo de produção. As plantas foram distribuídas no espaçamento de 3,3m entre fileiras duplas, 2,1m entre fileiras simples e 1,9 m entre plantas dentro da linha. O experimento foi delineado em blocos casualizados e as parcelas experimentais foram constituídas por 8 plantas sendo as 4 centrais consideradas úteis. Foram realizadas adubações mensais com cinco doses de nitrogênio (130, 910, 1299, 1698 e 2469 kg ha⁻¹ de N), cinco doses de fósforo (32, 227, 325, 422 e 617 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e cinco doses de potássio (82, 576, 823, 1070 e 1564 kg ha⁻¹ de K₂O) distribuídas conforme a matriz experimental Pan Puebla II, totalizando dezesseis tratamentos com cinco repetições. Foram realizadas treze adubações durante o segundo ciclo de produção e colheram-se os cachos que foram avaliados quanto aos componentes de produção juntamente com a coleta de amostras de folhas e de frutos para análise dos teores de N, P, K, S, Mn, Fe, Zn e Cu e determinação da quantidade exportada desses nutrientes pelos os frutos. A combinação das doses de NPK que proporcionou os melhores resultados de produção e produtividade foi de 910, 227 e 1070 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹. As doses de N, P₂O₅ e K₂O foram significativas para os componentes de produção, para os teores de nitrogênio e enxofre nas folhas e para as quantidades de N, P, K, S e os micronutrientes exportados pelos frutos. A sequência decrescente de exportação de nutrientes pelos frutos foi K > N > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu

Palavras chave: Bananeira, Adubação, Exportação de Nutrientes.

ABSTRACT

Aiming to determine the influence of different doses of NPK on the production, the nutrient concentrations in leaves and exportation of N, P, K, S, Mn, Fe, Zn e Cu by fruits during the second cycle of production of banana 'Pacovan Apodi' this experiment was developed on a lot ceded by the company FRUTACOR in the district of Cercado do Meio, located in the municipality of Quixeré in state of Ceara. The work began in August 2009, shortly after the first cycle of production, the plants were distributed at a spacing of 3,3 m between double rows, 2,1 m between rows and 1,9 m between single plants within the row. The experiment was designed in randomized blocks and the experimental plots consisted of eight plants on the four plants deemed useful. Fertilizations were performed monthly with five nitrogen rates (130, 910, 1299, 1698 and 2469 kg ha⁻¹ N), five levels of phosphorus (32, 227, 325, 422 and 617 kg ha⁻¹ P₂O₅) and five potassium doses (82, 576, 823, 1070 and 1564 kg ha⁻¹ K₂O) distributed according to the experimental array Pan Puebla II, totaling sixteen treatments with five replications. Thirteen fertilizations were performed during the second cycle of production and the bunches were picked and evaluated for yield components at same time that samples of leaves and fruits were collected for analysis of NPK and S levels and determination of exported quantity of these nutrients by fruits. The combination that gave the best results in production and productivity was 910, 227 and 1070 kg ha⁻¹ cycle⁻¹. The N, P₂O₅ and K₂O were significant for the production components for the nitrogen and sulfur in the leaves and the amounts of NPK and S exported fruits. There was no response to potassium fertilization for any trait. The sequence of decreasing export of nutrients was K > N > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu.

Keywords: Banana, fertilization, nutrients exportation.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre me surpreende, ampara e abre novas janelas quando necessito.

A meus amigos de mestrado Diego Borges, Gustavo Henrique, Luiza Neta, Robson, Alan, Hugo (Os Rondônia) pela amizade e pelo auxílio neste trabalho.

Aos novos colegas de profissão a quem desejo muita sorte, Deivielison Siqueira, Jordânia Gabriel, Maria Auxiliadora, que me auxiliaram e tem papel importante na realização deste trabalho.

A minha mãe Margarida, que sempre me acompanhou e me deu força para seguir em frente.

A minha esposa Inara e minha filha Ísis, pelo amor, compreensão, carinho e força que dedicam a mim.

A CAPES pelo auxílio financeiro e apoio durante este trabalho.

Aos professores Márcio Cléber e Mírian Cristina pelos conselhos e orientações pertinentes para melhoria deste trabalho.

Ao professor Ismail Soares, pela orientação, compreensão, paciência e sinceridade que me fizeram amadurecer durante o curso.

A todos os professores do departamento de Ciências do Solo pelos conhecimentos adquiridos durante o curso.

A todos os funcionários do departamento de Ciências do Solo, Fátima, Antonio José, Tavares, Geórgia, Franzé, Jaedson que me auxiliaram durante a pesquisa e as análises.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Origens e classificação botânica da bananeira	3
2.2. Exigências edafoclimáticas	4
2.3. Importância e produção da bananeira	5
2.4. Cultivar ‘Pacovan Apodi’	6
2.5. Adubação da bananeira	6
2.6. Exportação de nutrientes pelos frutos da bananeira.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Local do experimento	13
3.2. Instalação e condução do experimento	13
3.3. Características avaliadas	15
3.3.1. Teores de Nutrientes nas Folhas	15
3.3.2. Componentes de Produção	16
3.3.3. Exportação de Nutrientes	17
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Componentes de produção.....	18
4.2. Teores de nutrientes nas folhas da bananeira.....	24
4.3. Exportação de nutrientes	36
5. CONCLUSÕES.....	54
6. BIBLIOGRAFIA	55

1. INTRODUÇÃO

A bananeira é a quarta cultura agrícola mais importante do planeta, é originária, mais precisamente, do sudeste asiático. Pertence a família *Musaceae*, do gênero *Musa* spp. É cultivada principalmente em países de clima tropical e subtropical, os maiores exportadores mundiais entre os anos de 2006 a 2008 são Equador, Costa Rica e Colômbia, e os maiores produtores, a Índia, Brasil e China, respectivamente, (FAO, 2009). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de bananas, com mais de 6,9 milhões de toneladas. O Nordeste é a principal região produtora do Brasil com 210.374 ha de área colhida (41 % da área total cultivada do país) e produção de 2.706.207 toneladas, tendo como maior produtor o Estado da Bahia, que responde por 43,71 % da produção nordestina (IBGE, 2010).

Em 2008 a produção nacional foi de aproximadamente 8 milhões de toneladas com produtividade média de 13,65 t ha⁻¹, desse total estima-se que menos de 1% foi exportado e o restante consumido internamente. A região Nordeste produziu o equivalente a 34%, o Sudeste 30%, o Norte 17%, o Sul 14% e o Centro-Oeste 4% (IBGE, 2008). No Ceará mais de 40.000ha são cultivados com a cultura, isto representa mais de 20% da produção nordestina e 10% da produção nacional. O Nordeste apresenta grande potencial para a bananicultura irrigada, isto se deve principalmente a características climáticas favoráveis, como radiação solar, temperatura média anual e umidade relativa (Rocha, 2006).

O consumo de banana se dá principalmente na forma *in natura*, sendo ainda matéria prima para diversos tipos de doces caseiros, podendo também ser processada industrialmente obtendo-se então inúmeros produtos tais como, vinhos, vinagres, licores, cremes, etc. De modo geral, podemos afirmar que cada 100g da fruta contém, em média: 108,2 calorias; 0,2 g de gordura; 1,2 g de proteína; 25,4 g de carboidratos; 9 mg de cálcio, 396 mg de potássio, 27 mg de fósforo, 0,6 mg de ferro, além de apresentar em sua composição vitamina A e C, entre outras (Araujo, 2008).

O cultivo da banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obtenção de altos rendimentos de produção. Durante seu ciclo há produção de grande quantidade de massa vegetativa, além disso, ela absorve e exporta elevada quantidade de nutrientes do solo, como o potássio (K) e o nitrogênio (N), que são os mais absorvidos e necessários para o crescimento e produção da bananeira (EMBRAPA, 2003).

A adubação química normalmente é aplicada de forma empírica, dessa maneira a quantidade de nutrientes disponíveis para a planta pode estar acima ou abaixo do ideal para seu desenvolvimento. Para aproveitar de forma otimizada a adubação é necessário conhecer a distribuição dos nutrientes no interior da planta (Kurien *et al.*, 2000). Diante desses aspectos, e tendo em vista que a bananicultura é uma atividade agrícola importante no Brasil, é necessário que se realizem estudos mais detalhados no que diz respeito a aplicação dos adubos minerais e seus efeitos sobre a produção, para que dessa forma seja possível otimizar o uso desses fertilizantes.

Diante da importância da bananicultura no contexto regional e nacional, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de doses de NPK sobre a produção e exportação de nutrientes no segundo ciclo da bananeira 'Pacovan Apodi' bem como determinar as doses destes elementos para adubação mais adequada a cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ORIGENS E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA BANANEIRA

Há um consenso que a banana tenha vindo da Ásia (mais precisamente da Malásia) e que as primeiras mudas tenham sido trazidas ao Brasil pelos Fenícios e Malásios segundo constatou Samson (1986) *apud* Pino (2000) e Dantas & Soares Filho, (1995). No Brasil, antes da vinda dos portugueses, a fruta já era consumida *in natura* pelos índios. Segundo Moreira (1987) a palavra banana é originária das línguas serra-leonesa e liberiana (costa ocidental da África), por simples incorporação do termo cunhado pelos portugueses.

Segundo a sistemática botânica de classificação, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das monocotiledôneas, pertencendo à ordem *Scitaminea*, família *Musaceae*, subfamília *Musoideae*, gênero *Musa*, subgênero *Eumusa*, tendo evoluído a partir das espécies selvagens como a *Musa acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla (Champion, 1967). A bananeira é uma planta monocotiledônea, perene, herbácea, de caule subterrâneo e sistema de raízes fasciculado, as folhas são longas, largas, de nervura central desenvolvida, brácteas ovaladas compõem sua inflorescência, delas se originam as flores e posteriormente os frutos (Rocha, 2006).

Apesar do grande número de cultivares existentes, são poucas as que têm boa aceitação pelo consumidor e que agregam potencial agrônomico satisfatório, limitando a sua indicação para fins comerciais. As cultivares de bananeira (*Musa* spp.) mais difundidas no Brasil são: Maça, Prata, Pacovan, Prata-Anã, Mysore, Terra e D'Angola, pertencentes ao grupo genômico AAB, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, utilizadas principalmente para exportação (Dantas & Soares Filho, 1995).

2.2. EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

Podem-se dividir os fatores que exercem influência no crescimento e produção da bananeira, em internos e externos. Internamente, o potencial genético influencia na produção e crescimento da planta. No que diz respeito aos fatores externos pode-se dizer que as condições edáficas, ambientais e bióticas tais como; temperatura, precipitação, luminosidade, vento, solo, oxigênio no solo e umidade relativa têm importância relevante no desenvolvimento da cultura. Todos esses fatores de importância no desenvolvimento da bananeira serão caracterizados a seguir (Rocha, 2006).

O desenvolvimento do sistema radicular depende diretamente da adequada disponibilidade de oxigênio no solo, portanto em áreas onde o solo encharca com facilidade é necessário estabelecer um adequado sistema de drenagem, pois o excesso de água nos bananais impede o crescimento das plantas, a folhagem torna-se amarelada e os rizomas tendem a apodrecer (Borges *et al.*, 2000).

Para se obter rendimento satisfatório da bananeira é indispensável que haja temperaturas altas e constantes visto que os processos respiratórios e fotossintéticos da cultura são influenciados diretamente pela temperatura (Borges, 2003; Rocha, 2006). Em bananais comerciais a temperatura ideal está em torno de 26-28°C, temperaturas inferiores a 15°C não são recomendadas, pois abaixo disso a atividade da planta é paralisada, já temperaturas acima dos 35°C o desenvolvimento da cultura é inibido ocorrendo desidratação dos tecidos, especialmente das folhas (Borges, 2003). Baixas temperaturas aumentam o ciclo de produção e ocasionam a “friagem” que são danos fisiológicos ao fruto devido ao fechamento dos estômatos. (Rocha, 2006).

Outro fator externo responsável pela obtenção de colheitas rentáveis é a precipitação, em solos com boa capacidade de retenção de água (em torno de 100 mm/mês) são suficientes, desde que bem distribuídos, e em solos com pouca retenção de água 180 mm/mês seriam satisfatórios (Borges, 2003). A precipitação efetiva anual adequada seria então de 1200 mm a 1800 mm, abaixo do mínimo requerido considera-se que o clima é marginal, havendo assim somente sobrevivência da planta, a frutificação nesses casos se dá quando a planta é tolerante ao regime hídrico limitado ou quando há irrigação.

No Brasil, a inadequada utilização da irrigação juntamente com o não conhecimento da fertilidade do solo contribui para a baixa manutenção dos níveis

adequados de nutrientes na planta sendo estes fatores os principais responsáveis pela baixa produtividade da cultura (Moreira, 1999).

A bananeira requer alta luminosidade em torno de 1000 a 2000 horas de luz/ano para que ocorra seu desenvolvimento normal, Observa-se que o efeito da luminosidade é mais evidente na duração da fase vegetativa da planta. Nas áreas onde a quantidade de luz é abaixo do nível mínimo observa-se um prolongamento da fase vegetativa (Moreira, 1999; Borges, 2003).

O vento é um fator climático importante e dependendo de sua intensidade, pode causar desde pequenos danos até a destruição do bananal. Ventos inferiores a 30 km/h não são prejudiciais a cultura. Acima da velocidade máxima pode ocorrer “friagem” no caso de ventos frios, desidratação da planta pela alta taxa de transpiração, rompimento das nervuras secundárias, diminuição da área foliar, quebra do pseudocaule e tombamento da planta (Moreira, 1999; Borges, 2003).

Sendo uma planta característica de regiões tropicais úmidas apresenta um melhor desenvolvimento em locais com umidade relativa média anual acima de 80%. Sendo esta condição estabelecida observa-se a acelerada emissão de folhar, o aumento do lançamento de inflorescências, o aumento da longevidade da planta, além de favorecer o fruto uniformizando sua coloração e deixando a casca e a polpa mais túrgidas. Altas taxas de umidade relativa também favorecem ao aparecimento da Sigatoka negra e amarela, além de outros problemas (Moreira, 1999; Borges *et al*, 2002).

2.3. IMPORTÂNCIA E PRODUÇÃO DA BANANEIRA

A banana é a fruta com maior volume comercializado internacionalmente, é consumida e cultivada tanto em países de clima temperado como naqueles de clima tropical onde se observa produção durante quase todo ano. A cultura da bananeira assume importância social e econômica em mais de 80 países, principalmente em pequenas propriedades (Silva *et al*, 2002).

O Brasil é o segundo produtor mundial de banana. Além disso, ela representa a segunda fruta mais produzida no país sendo superada apenas pela cultura da laranja. Apesar do grande volume produzido no Brasil, apenas 1% é destinada a exportação que se destina principalmente aos países do MERCOSUL (Souza, 2002).

As remessas da fruta ao MERCOSUL apresentaram aumento de 12,5% no valor, graças ao grande aumento de mais de 50% nos preços. Problemas climáticos no Sul e Sudeste do Brasil provocaram a elevação dos preços fazendo com que os exportadores priorizassem o mercado interno em relação à Argentina. (Perez, 2008).

2.4. CULTIVAR ‘PACOVAN APODI’

A ‘Pacovan Apodi’ pertence ao grupo AAAB, é um híbrido da cultivar Prata Anã. Suas principais características são: boa capacidade produtiva, pseudocaulé vigoroso de cor verde clara com poucas manchas escuras próximas a roseta foliar. Apresenta porte médio a alto, seu cacho é bem maior e menos cônico que o da Prata Anã, os ráquis possuem brácteas caducas, coração grande e cachos maiores que os da Prata Anã.

Os frutos são grandes e possuem de um modo geral sabor azedo-doce, com quinhas definidas e ápices com ponta aparada. No que se refere as principais doenças e pragas, a ‘Pacovan Apodi’ mostra-se suscetível a Sigatoka-negra, medianamente susceptível a Sigatoka-amarela e resistente ao Mal do Panamá. Outra característica expressiva dessa cultivar é a alta produtividade (Borges, 2003).

2.5. ADUBAÇÃO DA BANANEIRA

Sendo uma planta de crescimento rápido, a bananeira necessita de grandes quantidades de nutrientes contidos no solo para seu pleno desenvolvimento, mesmo que parte dos nutrientes essenciais sejam supridos pelo solo e/ou resíduos de colheitas (EMBRAPA, 2004). Na maioria das vezes é necessário aplicar calcário, fertilizantes químicos e/ou orgânicos para obtenção de retorno financeiro da produção.

A adubação química na bananeira, muitas vezes, tem sido aplicada de forma empírica, dessa maneira a quantidade de nutrientes para a planta pode estar acima ou abaixo do ideal para seu desenvolvimento. Para máxima otimização da adubação é necessário conhecer a distribuição dos nutrientes no interior da planta, no caso da banana é mais complexo, se comparada a outras culturas, devido a seu modo de crescimento e sua propagação (Kurien *et al.*, 2000).

Desse modo, as adubações devem ser determinadas pela variedade, pelo potencial produtivo, densidade populacional, estado fitossanitário e, principalmente,

pelo balanço nutricional do solo. As necessidades de adubação química são elevadas devido à alta taxa de exportação de nutrientes pela cultura. As recomendações de calagem e adubação devem estar embasadas na análise química do solo, pois há correlação direta entre os resultados analíticos e as respostas da cultura no campo (EMBRAPA, 2004).

O nitrogênio (N) desempenha papéis importantes no metabolismo vegetal, tais como, participação na constituição de todas as enzimas, funções estruturais, aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, vitaminas, pigmentos, fotossíntese, respiração, multiplicação celular, etc. (Prado, 2008). Na bananeira, o N é muito importante no crescimento vegetativo, principalmente nos três primeiros meses, devido a alta taxa de desenvolvimento do meristema (Borges & Oliveira, 2000). Na falta desse nutriente a planta expressa o desequilíbrio através de sintomas visuais, principalmente nas folhas que são órgãos de alta atividade fisiológica e química. Observa-se como principal sintoma nas folhas o aparecimento de coloração verde-clara uniforme, outro sintoma secundário de fácil visualização é a coloração rósea do pecíolo.

Nos cachos também é possível observar, na deficiência de N, visível raquitismo e diminuição considerável do número de pencas (Borges, 2003). Nas regiões produtoras de banana no Brasil a dose de nitrogênio usada em plantios comerciais geralmente varia de 90 a 300 kg de N ha⁻¹ (Borges & Oliveira, 2000).

Estudando o efeito de doses crescentes de nitrogênio e Potássio na chapada do Apodi Weber *et al.* (2006) constataram resposta positiva a adubação com N para o aumento do número de frutos por cacho de banana 'Pacovan' com efeitos significativos nos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável nos frutos.

Trabalhando com quatro genótipos de bananeira no estado do Rio de Janeiro, Busquet (2006), observou que o nitrogênio obedece a sequência folha > pseudocaule > rizoma > pecíolo para o acúmulo de N durante o período vegetativo, isto se dá devido a grande taxa de lançamento das folhas e elevado acúmulo de biomassa na fase de desenvolvimento o que contribui para o acúmulo do nutriente nesse órgão. O segundo órgão a apresentar maior conteúdo de N é o pseudocaule, pois ele é o órgão de passagem dos para o rizoma, que é o órgão que precisa armazenar reservas para posterior utilização quando do lançamento do cacho.

O fósforo (P) apresenta, de forma geral, baixa concentração em solos tropicais, baixa concentração de fósforo trocável e alto poder de fixação. Este nutriente desempenha funções estruturais em compostos como, fosfolipídios, coenzimas, nucleotídeos e também tem papel fisiológico em processos como transferência de energia, absorção iônica, fotossíntese, síntese protéica, participação na fixação biológica de nitrogênio (FBN), entre outras (Prado, 2008).

O P disponível está diretamente relacionado a mineralogia dos solos, ou seja, solos com alto teor de argila 1:1 ou com óxidos de ferro e alumínio podem fixar ou formar compostos insolúveis com esse elemento tornando-o indisponível a cultura. Outros nutrientes como zinco, cálcio e magnésio, também podem formar precipitados na forma de fosfatos (Prado, 2008).

O fósforo é o sexto elemento mais absorvido pela bananeira durante seu ciclo (Borges, 2003), isto demonstra que pequenas quantidades desse nutriente, de 0 a 150 kg de P_2O_5 ha^{-1} ano^{-1} , satisfazem a necessidade da planta. Por outro lado o P é limitante a produção desde que as necessidades da cultura não sejam supridas. A deficiência de fósforo afeta o desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente a produção e qualidade dos frutos, visto que o desequilíbrio provocado pela ausência ou insuficiência de P provoca uma diminuição do teor de açúcar nos frutos, já nas folhas observa-se clorose marginal também chamada de “dente de serra” (Borges, 2003). Por outro lado, Maia *et al.* (2003) ao trabalhar com a cultivar Prata Anã observaram que as doses crescentes de P não influenciaram características como peso da penca, do cacho e o número de pencas/cacho.

Trabalhando com adubação química, Melo (2004), determinou que bananeiras ‘Grand Nain’ no segundo ciclo têm maior demanda por P e K, diferentemente do primeiro ciclo cuja demanda maior é por N e K, provavelmente por que no primeiro ciclo há um desenvolvimento vegetativo maior, o que requer mais N para tal.

Avaliando os efeitos da redistribuição de fósforo em bananeiras ‘Pacovan’, Cavalcante (2005), constatou aumento dos teores de P nos diversos tecidos da planta durante o primeiro ciclo da cultura. Foi observado também que os maiores teores do nutriente estavam nos rizomas e que os maiores níveis de P total na planta são observados no início do desenvolvimento, decrescendo com a idade e voltando a aumentar no florescimento.

O potássio (K) apresenta-se no solo em quatro formas, a saber, estrutural, não trocável, trocável e o pertencente a solução do solo, que é o disponível para as plantas

(Prado, 2008). O K é absorvido em sua forma iônica K^+ , no metabolismo vegetal não participa de nenhum composto orgânico, e suas principais funções são ativador enzimático, abertura e fechamento dos estômatos (equilíbrio hídrico) e movimento de carboidratos no floema (Malavolta *et al.*, 2006, Prado, 2008).

Na bananeira, a produção de frutos depende diretamente do suprimento de K, este é considerado o nutriente mais importante devido a sua alta quantidade na planta e as elevadas taxas de absorção e exportação, as recomendações na adubação potássica podem variar de 100 a 750 kg de K_2O ha^{-1} dependendo de sua quantidade no solo (Borges *et al.*, 2002). Segundo Silva *et al.*, (2003) ao trabalhar com bananeira da cultivar Prata anã o K corresponde a 62% do total de macronutrientes e 41% do total de nutrientes constituintes da planta e em média 37% do K é exportado pelos frutos.

O grande acúmulo de K na biomassa das plantas e a exportação elevada desse nutriente pelos frutos implicam que, mesmo em solos com boas reservas de K, são necessárias aplicações de adubação potássica em doses regulares, sem as quais o rendimento da cultura declinará rapidamente (Silva *et al.*, 2004).

O K também apresenta problemas no que diz respeito a interação com outros nutrientes, principalmente N, Ca e Mg. Uma relação K/N desbalanceada diminui consideravelmente a qualidade dos frutos, sendo a relação recomendada em torno de 1,4 a 3,3 para atender as necessidades da cultura (Silva *et al.*, 2003). A relação K/Mg elevada reduz em até 50% a produção da bananeira, os referidos autores recomendam uma relação da ordem de 2,5 a 3,3 durante o florescimento e 2,0 na colheita como ideais para atender as necessidades da planta.

De modo geral, a deficiência de K nas culturas tem como sintoma predominante a necrose, seguida da queima nas folhas mais velhas, devido ao acúmulo de putrescina nesse órgão (Prado, 2008).

Estudando os efeitos da adubação potássica na ‘Prata anã’, Silva *et al.* (2003), obtiveram aumento de 11% na produção e recomendaram 962 kg de K_2O $ha^{-1}ano^{-1}$ para a região de Minas Gerais. Weerasinghe & Premalal (2002), ao trabalharem com adubação potássica em bananeira ‘Mysoor’ no Sri Lanka observaram que o K aumentou significativamente o peso dos cachos de 10,7 kg/cacho no primeiro ciclo para 13 kg/cacho e de 16,5 kg/cacho no segundo ciclo para 22,6 kg/cacho, comprovando o efeito do potássio na produção da cultura.

A deficiência de zinco (Zn) ocorre principalmente em solos com pH neutro ou alcalino, com altos teores de fósforo, argila e matéria orgânica. A falta deste nutriente

interfere na síntese das auxinas que são responsáveis pela regulação do crescimento da bananeira. Os principais sintomas da deficiência são o retardo no desenvolvimento e no crescimento, folhas pequenas e lanceoladas com as pontas verde-claras (Borges 2004).

O cobre (Cu), de modo geral, é o nutriente menos absorvido e exportado pela bananeira. Teixeira (2008), trabalhando com as necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish observou que a sequência de absorção de micronutrientes em ordem decrescente foi Mn>Fe>Zn>Cu. Na carência deste nutriente, a planta apresenta o porte caído em guarda-sol; palidez geral dos limbos, pecíolo e bainhas; e os frutos apresentam manchas de ferrugem, presença de necroses marginais não regulares nas folhas velhas. A planta fica extremamente sensível aos ataques de tripes, de fungos e ao vírus do mosaico.

O manganês (Mn) é o micronutriente mais abundante no solo, encontra-se em elevados teores e sua disponibilidade aumenta com a diminuição do pH do solo (Adriano, 2001). A literatura relata sintomas de toxidez com manganês em diversas espécies vegetais, de modo geral as culturas têm formas diferentes de tolerar o excesso de manganês, essas variações são atribuídas a fatores fisiológicos das culturas e a fatores edafoclimáticos (Moroni *et al.*, 2003). O sintoma de deficiência na fase inicial é brando e visualizado nas folhas mais sombreadas e opacas do terço médio da planta. Observa-se uma clorose em pente, marginal, por vezes com persistência de uma fina barra verde na bordadura das folhas. Em caso de carência aguda, ocorre uma queda expressiva da produção do cacho.

O ferro (Fe) é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Em solos calcários cujo pH é elevado o ferro fica indisponível para absorção. Existe influência sinérgica ou competitiva dos elementos Ca, K e Mg na absorção do ferro. Os micronutrientes Cu, Mn e Zn podem induzir a deficiência do nutriente por inibição competitiva. O sintoma mais comum da carência de ferro é a alteração na coloração das folhas novas, que apresentam nervuras bem pronunciadas, na tonalidade verde, formando um nítido contraste com o resto amarelado do limbo. Com a severidade da deficiência, as folhas tornam-se totalmente cloróticas e, mais tarde, esbranquiçadas (Curie, 2003).

A adubação com micronutrientes, de modo geral, não é problema para a bananeira. Durante sua pesquisa Borges (2003), ao trabalhar com a cultivar Pacovan, observou que o Boro (B) e o Zinco (Zn) são os nutrientes com maior frequência de deficiência nessa cultura, entretanto a aplicação de 50 g/planta de FTE BR-12, ou similar é suficiente para suprir as necessidades da bananeira.

2.6. EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS DA BANANEIRA

As adubações para a cultura da bananeira, em vários estados brasileiros, têm sido baseadas em tabelas que contêm recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos (Borges *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2002; Oliveira, 2003). Essas recomendações são caracterizadas pelo alto grau de empirismo em sua constituição, isto torna difícil a evolução das mesmas (Novais & Alvarez V., 2000), que pode ocasionar a recomendação de doses de fertilizantes abaixo ou acima daquelas tidas como ótimas. As tabelas possuem outra desvantagem pois não consideram que as doses recomendadas dos nutrientes variam continuamente com a produtividade esperada, com o teor e com a capacidade tampão do nutriente no solo (Oliveira, 2002).

Assim, é necessário o conhecimento das quantidades dos nutrientes absorvidos e exportados por essa cultura para melhor compreensão do balanço de nutrientes no sistema solo-planta e, conseqüentemente, para definir uma recomendação de adubação que realmente satisfaça as exigências nutricionais da bananeira.

Os nutrientes fornecidos nas adubações (via solo e foliar) são reintroduzidos ao sistema solo-planta pela reciclagem dos restos vegetais (engaco, frutos fora do padrão, folhas, restos florais e pseudocaule) produzidos durante o cultivo, isto gera disponibilidade dos mesmos após a incorporação (Moreira, 2009). A disponibilidade depende de fatores ligados a redistribuição de nutrientes na planta, processos fisiológicos e disponibilidade no solo, tudo isto contribui para estimar a quantidade de fertilizante a ser reposta a cada colheita (Mattos Jr. *et al.*, 2003).

A bananeira é uma planta conhecida por exportar grande quantidade de nutrientes para os frutos, principalmente N, P e K, diante disso a necessidade de adubação da cultura está em função da exportação de nutrientes, principalmente pelos cachos. É necessário conhecer a composição química dos cachos para determinar a reposição dos nutrientes exportados pela planta (Turner & Barkus, 1982).

A quantidade de nutrientes contidos nos cachos é objeto de estudo em vários trabalhos, entretanto há variação entre os valores determinados pelos autores. Fatores como variedade, manejo da cultura, condições edafoclimáticas e métodos de amostragem empregados em cada trabalho têm efeito sobre os resultados obtidos. Ainda que aproximados e variando em função das condições de cultivo, tais valores

chamam a atenção pela sua magnitude, especialmente em relação ao K e, em menor grau, ao N (Teixeira, 2008).

Em seus trabalhos, Borges & Oliveira (2000), trabalhando com sete cultivares de banana na região nordeste determinaram que a exportação foi de 1,9 kg de N t⁻¹ de cachos, de 0,22 kg t⁻¹ de P e de 5,6 kg t⁻¹ de K.

Os poucos trabalhos relacionados a exportação de macronutrientes pelos frutos da bananeira mostraram que N, K, Mg e P são os que apresentam maior taxa de remoção pela cultura (Moreira, 2009 *apud* Lahav, 1995). Teixeira (2008), trabalhando com exportação de nutrientes em bananeira do subgrupo Cavendish no interior de São Paulo observou que numa produção de 40 t ha⁻¹, em média, o nutriente exportado pelos cachos em maior quantidade foi o K (182 kg ha⁻¹), seguido pelo N (68 kg ha⁻¹), Mg (10 kg ha⁻¹), P (8 kg ha⁻¹).

Hoffman (2008) trabalhando com exportação de nutrientes em seis cultivares de bananeira observou que, de modo geral, a exportação de micronutrientes na cultura segue a ordem Mn>Fe>B>Zn>Cu podendo variar entre as cultivares. Resultados semelhantes foram obtidos por Faria (1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em um lote pertencente à empresa FRUTACOR, localizada na Chapada do Apodi, Quixeré/CE, (05°11'38'' S e 37°52'21'' W). O clima da região é BSw'h', pela classificação de Köppen, ou seja, quente e semi-árido, com chuvas de verão-outono, sendo o trimestre março-maio o período mais chuvoso e o período de julho a dezembro o mais seco, a temperatura média anual é de 28,5°C, com máxima de 35°C e mínima de 22°C, pluviosidade média anual de 772mm, evapotranspiração potencial média anual de 3.215mm (Costa, 2009).

O solo da área experimental é classificado no primeiro nível categórico como Cambissolo de acordo com EMBRAPA (2007), os atributos físicos e químicos estão descritos no Quadro 1.

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O pomar foi instalado em 15 de setembro de 2008, para tal, foram utilizadas mudas da 'Pacovan Apodi' aclimatadas em viveiro por 45 dias e transplantadas para o campo, o espaçamento utilizado foi de 3,5 m entre fileiras duplas, 1,9 m entre fileiras simples e 1,6 m entre plantas na linha. A área experimental aproximada é de 1300m² com 1666 plantas.

Os tratamentos consistiam em dezesseis combinações de doses de N, P₂O₅ e K₂O combinadas conforme a matriz experimental Plan Puebla II (Quadro 2). Foram aplicadas cinco doses de N (130, 910, 1299, 1698 e 2469 kg ha⁻¹) na forma de uréia, cinco doses de fósforo (32, 227, 325, 422 e 617 kg ha⁻¹) na forma de fosfato monoamônico (MAP) e cinco doses de potássio (82, 576, 823, 1070 e 1564 kg ha⁻¹) na

forma de cloreto de potássio. Os tratamentos foram aplicados de agosto de 2009 a abril de 2010. No mês de dezembro de 2009 foram aplicados 50g planta^{-1} de FTE BR 15 como fonte de micronutrientes.

Os tratamentos foram delineados em blocos casualizados e cada parcela experimental foi constituída de oito plantas na linha dupla, sendo as quatro plantas centrais a parcela útil.

A irrigação foi realizada por sistema de gotejamento, utilizando emissores de vazão de 4 L h^{-1} com espaçamento entre emissores de 0,8 m, numa frequência diária de quatro horas. Nos meses em que o volume de água precipitado não é suficiente para suprir a demanda hídrica da cultura, utiliza-se a irrigação como complemento.

Quadro 1 – Atributos físicos e químicos do solo da área experimental.

Características	Profundidade 0-20cm
pH (H ₂ O)	7,4
M.O. (mg kg ⁻¹)	13,24
P (mg kg ⁻¹)	12,0
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,21
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,27
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	8,8
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,3
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,0
S (cmol _c kg ⁻¹)	11,6
C (g kg ⁻¹)	7,68
N (g kg ⁻¹)	0,79
V (%)	100
C.E (dS m ⁻¹)	0,35
Grau de flocculação (%)	20
Areia (g kg ⁻¹)	170
Silte (g kg ⁻¹)	420
Argila (g kg ⁻¹)	410
Classe textural	Siltosa

Quadro 2 – Combinações das doses de NPK utilizadas no experimento.

Tratamentos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	----- kg/ha -----		
	--		
1	910	227	576
2	910	227	1070
3	910	422	576
4	910	422	1070
5	1698	227	576
6	1698	227	1070
7	1698	422	576
8	1698	422	1070
9	1299	325	823
10	130	227	576
11	2469	422	1070
12	910	32	576
13	1689	617	1070
14	910	227	82
15	1689	422	1564
16	130	32	82

3.3. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.3.1. Teores de Nutrientes nas Folhas

Foi coletada a terceira folha totalmente aberta, a partir do ápice, quando a inflorescência estava com todas as palmas femininas descobertas (sem brácteas) e apresentando não mais do que três palmas de flores masculinas (Figura 1). Em cada folha foi coletada a porção de aproximadamente 12 cm de largura na parte interna e mediana do limbo de ambos os lados, eliminando-se a nervura central (Figura 1), conforme metodologia descrita por Borges (1995). As amostras de folhas foram secas em estufa, com circulação forçada de ar, a 65° C, durante 72 horas e posteriormente trituradas em moinho do tipo Willey. Foram determinados os teores de N, P, K, S, Mn, Cu, Zn e Fe conforme metodologia descrita por Silva (1999).

O nitrogênio total foi extraído por digestão com ácido sulfúrico e catalisadores, e determinado por destilação microkjeldahl. A análise de P e K foi realizada a partir de um extrato de digestão nitroperclórica, sendo o fósforo determinado colorimetricamente pelo método do molibdato de amônio e o potássio por fotometria de chama. O enxofre foi determinado colorimetricamente a partir de extrato proveniente de digestão nitroperclórica. Os micronutrientes (Mn, Cu, Zn e Fe) foram determinados por leitura direta em absorção atômica a partir de extrato proveniente da digestão nitroperclórica.

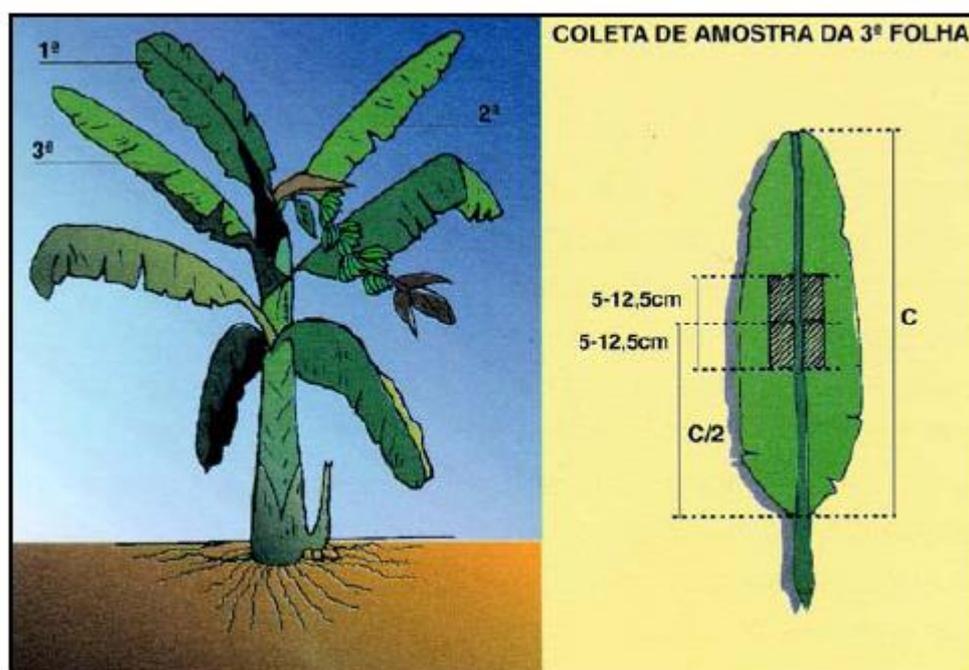


Figura 1 – Amostragem foliar em bananeira para análise química.
Fonte: Borges 2004

3.3.2. Componentes de Produção

Em cada unidade experimental foram coletados os cachos da parcela útil e após a separação das palmas do engaço, foi realizada a contagem das palmas, dos frutos, e sua pesagem. A produtividade foi calculada tomando-se por base o peso médio dos frutos por cacho e o número de plantas por hectare, expressa em $t\ ha^{-1}$

3.3.3. Exportação de Nutrientes

Para o cálculo da exportação de nutrientes foram coletados quatro frutos de cada unidade experimental. Primeiramente, foi determinado seu peso fresco. As amostras foram cortadas em pedaços menores e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 65° C, durante 72 horas. Posteriormente, foi determinado seu peso seco. Em seguida as amostras foram trituradas em moinho do tipo Willey. Com os dados obtidos foi possível determinar o teor de água dos frutos e a quantidade de matéria seca. O cálculo de exportação consistiu no produto da quantidade de matéria seca dos frutos pelos teores de N, P, K, S, Zn, Mn, Cu e Fe previamente determinados nos mesmos.

Para a determinação dos nutrientes nos frutos foi realizado o mesmo método utilizado para as folhas, já descrito anteriormente.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados serão submetidos a análise de variância e regressões múltiplas utilizando o programa estatístico SAEG 9.1 - Sistema de Análise Estatística e Genética, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. (Theodoro & Euclides, 1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. COMPONENTES DE PRODUÇÃO

O número de frutos foi influenciado pelas doses de NPK (Quadro 3), resultado semelhante ao encontrado por Nunes (2009) que observou significância do número de frutos para estes nutrientes durante o primeiro ciclo da bananeira ‘Pacovan Apodi’. Pela análise de regressão múltipla não foi observada influencia das doses de NPK sobre esse componente de produção (Quadro 4), resultado semelhante foi obtido por Nunes (2009) trabalhando com ‘Pacovan Apodi’.

O maior número de frutos por cacho foi de 126,75 (Quadro 3), sendo superior ao encontrado por Rocha (2006), em ‘Pacovan’ (76,32), Rodrigues *et al.* (2006), em ‘Prata Anã’ (119), Ledo *et al.* (2008), em ‘Prata Anã’ (78,8) e inferior ao encontrado por Nunes (2009), em ‘Pacovan Apodi’. A combinação das doses de NPK que promoveu o maior número de frutos por cacho foi de 1299, 325 e 823 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, estando acima das combinações encontradas por Nunes (2009) e Rocha (2006), que obtiveram maiores resultados com 490, 122 e 576 kg ha⁻¹ no primeiro ciclo da ‘Pacovan Apodi’ e 200, 100, 350 kg ha⁻¹, em experimento com ‘Pacovan’, respectivamente.

O número de frutos por cacho no segundo ciclo da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi significativo em função das combinações das doses de NPK (Quadro 3), entretanto, não foram encontrados efeitos significativos das doses pela análise de regressão múltipla (Quadro 4). Resultado semelhante foi obtido por Nunes (2009) ao trabalhar no primeiro ciclo desta cultivar.

Quadro 3 – Número de palmas, de frutos por cacho, produção e produtividade da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das combinações de N, P₂O₅ e K₂O.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Nº frutos	Nº palmas	Produção	Produtividade
----- kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----					kg planta ⁻¹	t ha ⁻¹
910	227	576	115,7	8,3	24,73	41,20
910	227	1070	123,6	8,55	27,35	45,57
910	422	576	119,9	8,4	24,20	40,31
910	422	1070	124,1	8,6	25,86	43,09
1689	227	576	115,3	8,3	22,36	37,25
1689	227	1070	119,9	8,4	25,94	43,22
1689	422	576	111,9	7,0	23,17	38,60
1689	422	1070	112,8	8,1	24,34	40,55
1299	325	823	126,7	8,7	27,16	45,26
130	227	576	119,8	8,1	26,21	43,83
2469	422	1070	116,0	8,15	26,11	43,50
910	32	576	121,8	8,45	25,00	41,66
1689	617	1070	116,0	8,15	23,38	38,96
910	227	82	122,8	8,4	26,69	44,46
1689	422	1564	112,7	7,8	23,40	38,98
130	32	82	118,0	8,2	26,10	43,49
Média			118,6	8,23	25,13	41,87
C. V. (%)			11,19	9,32	16,42	16,42
DMS			14,36	0,84	4,47	7,44

DMS – Diferença Mínima Significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 4 – Coeficientes de regressão múltipla para o número de frutos, número de palmas, produção e produtividade da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da adubação com P₂O₅ e K₂O.

Coeficiente	Nº Frutos	Nº Palmas	Produção --- -kg planta ⁻¹ ---	Produtividade --- -t.ha ⁻¹ ---
Constante	117,13	8,09	26,37	49,93
N	0,220938.10 ⁻² ns	0,596303.10 ⁻³ *	-0,445869.10 ⁻² °	-0,742819.10 ⁻² °
P	0,102911.10 ⁻¹ ns	0,119350.10 ⁻³ ns	0,802081.10 ⁻² ns	0,133626.10 ⁻¹ ns
K	0,443355.10 ⁻² ns	0,249622.10 ⁻³ ns	0,310503.10 ⁻² ns	0,517300.10 ⁻² ns
N ²	0,108324.10 ⁻⁵ ns	-0,137537.10 ⁻⁶ ns	-0,287227.10 ⁻⁶ ns	-0,478529.10 ⁻⁶ ns
P ²	0,331236.10 ⁻⁴ ns	-0,884610.10 ⁻⁶ ns	-0,184914.10 ⁻⁴ ns	-0,308067.10 ⁻⁴ ns
K ²	-0,160548.10 ⁻⁵ ns	-0,855119.10 ⁻⁶ °	-0,755724.10 ⁻⁶ ns	-0,125906.10 ⁻⁵ ns
NP	-0,278255.10 ⁻⁴ ns	-0,167790.10 ⁻⁵ ns	0,790817.10 ⁻⁵ ns	0,131751.10 ⁻⁴ ns
NK	0,184758.10 ⁻⁶ ns	0,246734.10 ⁻⁶ ns	0,213552.10 ⁻⁵ ns	0,355780.10 ⁻⁵ ns
PK	-0,289722.10 ⁻⁵ ns	0,254533.10 ⁻⁵ ns	-0,113793.10 ⁻⁶ ns	-0,189579.10 ⁻⁴ ns
R ²	0,38	0,49	0,40	0,40

*, ° e ns significativos a 5%, e 10% de probabilidade pelo teste F e não significativo respectivamente.

De acordo com a análise de regressão múltipla não foi observado efeito significativo das doses de potássio para o número de frutos (Quadro 4) resultados semelhantes foram observados por Maia *et al.* (2003), Rocha (2006) e Nunes (2009) que não observaram significância do número de frutos para este nutriente no primeiro ciclo de produção.

Não foi observado efeito significativo das doses de fósforo para o número de frutos (Quadro 4) resultados similares foram obtidos por Nunes (2009) e Maia *et al.* (2003) que verificaram a ausência do efeito do fósforo para este componente de produção.

O maior número de palmas por cacho foi de 8,7 (Quadro 3), sendo superior ao encontrado por Rocha (2006) e Ledo *et al.* (2008) que obtiveram 6,3 e 6,4 ao trabalhar com ‘Pacovan’ e ‘Prata Anã’, respectivamente e inferior a Nunes (2009), que obteve 8,98 em ‘Pacovan Apodi’. A combinação das doses de NPK que proporcionou o maior número de palmas por cacho no segundo ciclo foi a de 1299, 325 e 823 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O valores acima dos encontrados por Rocha (2006) e Nunes (2009) que observaram os maiores resultados com as combinações de 200, 100, 350 kg ha⁻¹ e 490, 227 e 576 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

O número de palmas por cacho foi significativo em função das doses de nitrogênio (Quadro 4, Figura 2) concordando com os resultados obtidos por Rocha (2006), que trabalhando com ‘Pacovan’ encontrou efeito significativo para nitrogênio relacionado a este componente de produção no primeiro e segundo ciclo da cultura.

O potássio apresentou efeito quadrático para o número de palmas por cacho (Quadro 4, Figura 3), resultado similar foi observado por Santos *et al.* (2009) que observou o efeito do potássio para este componente de produção.

Não foi observado efeito das doses de fósforo sobre esse componente de produção, Rocha (2006) trabalhando com ‘Pacovan’ observou efeito linear negativo do fósforo sobre o número de palmas por cacho no primeiro ciclo produtivo da cultura. Estudando os efeitos das doses de nitrogênio, fósforo e potássio em ‘Prata Anã’, Maia *et al.* não encontraram efeito significativo das doses de fósforo para este componente de produção.

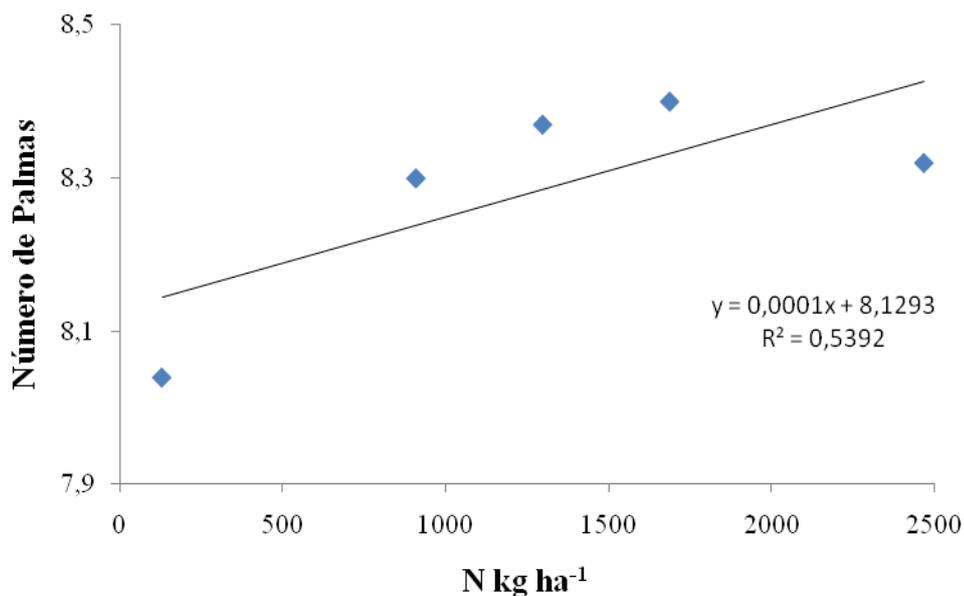


Figura 2 – Número de palmas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de N, combinadas com 227 e 1070 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

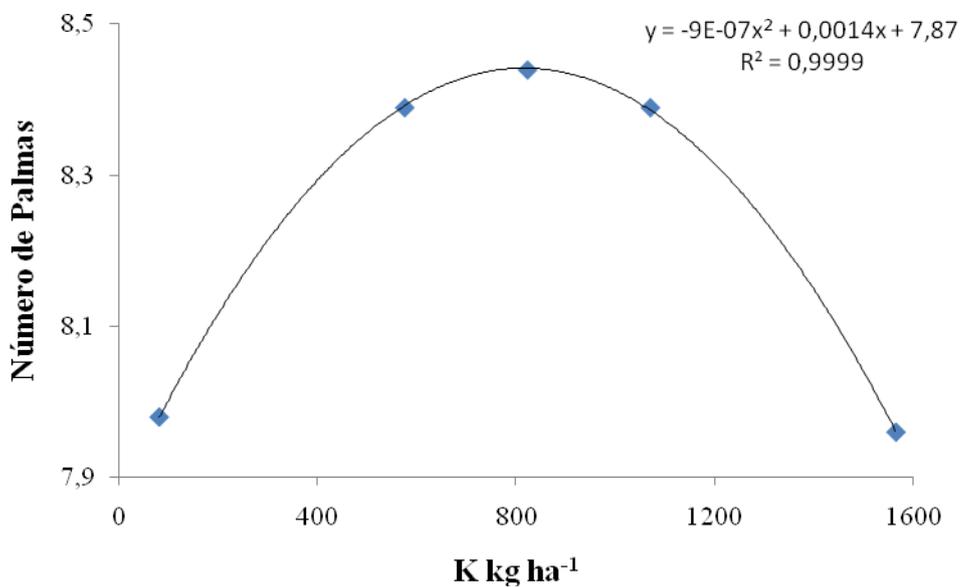


Figura 3 - Número de palmas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de K, combinadas com 910 e 227 kg ha⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente.

A produção foi significativa em função das aplicações de nitrogênio (Quadro 4), resultados similares foram observados por Maia *et al.* (2003) e Silva *et al.* (2003) ambos estudaram os efeitos das doses de nitrogênio em bananeira ‘Prata Anã’. Souza (2007) obteve resultados semelhantes ao trabalhar com diversos genótipos de bananeira. Não foi observado efeito das doses de fósforo sobre esse componente de produção.

A combinação das doses de NPK que proporcionou a maior produção no segundo ciclo da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foram de 910, 227 e 1070 kg ha⁻¹ superiores as doses utilizadas por Rocha (2006), de 600, 300 e 1050 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. O maior peso do cacho observado foi de 27,35 kg, superior ao obtido por Rocha (2006) em ‘Pacovan Apodi’, Ledo *et al.* (2008), em ‘Prata Anã’ e inferior ao observado por Nunes (2009), em ‘Pacovan Apodi’ que encontraram 11,68, 14,33 e 29,84 kg respectivamente.

Não houve efeito das doses de potássio sobre a produção. Isto possivelmente ocorreu devido ao elevado teor desse nutriente no solo da região visto que não há resposta a adubação potássica quando os teores de K no solo estão acima de 0,6 cmol_c dm⁻³ (Borges, 2003).

A produtividade média obtida neste experimento foi de 41,87 kg (Quadro 4), inferior as obtidas por Weber *et al.* (2006) e Nunes (2009) de 43,75 e 44,50 t ha⁻¹, respectivamente em ‘Pacovan Apodi’ e superior a encontrada por Borges *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2009) de 34,1 e 18 t ha⁻¹ em ‘Pacovan’ e ‘Prata Anã’, respectivamente.

Na análise de regressão múltipla apenas as doses de nitrogênio foram significativas para produção (Quadro 4, Figura 4). A maior produtividade observada foi de 45,57 t ha⁻¹ sendo inferior a obtida por Nunes (2009), em Cambissolo e superior a Rocha (2006), em Neossolo Quartzarênico, de 49,71 e 16,16 t ha⁻¹, respectivamente. A combinação das doses que proporcionaram maior produtividade no segundo ciclo de produção foram de 910, 227 e 1070 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O (Quadro 3) superior a utilizada por Rocha (2006) e Nunes (2009) que obtiveram a maior produtividade com as combinações de 600, 300 e 1050 e de 490, 122 e 576 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente.

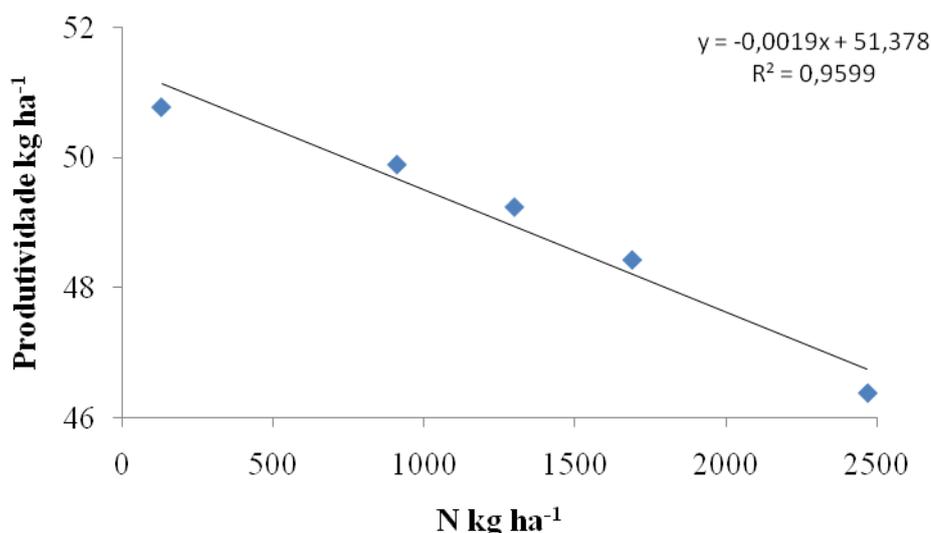


Figura 4 – Produtividade da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de N, combinadas com 227 e 1070 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de P e K₂O, respectivamente.

4.2 TEORES DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DA BANANEIRA

Os teores de nitrogênio nas folhas da bananeira foram influenciados pelas combinações das doses de NPK (Quadro 5), resultados semelhantes aos obtidos por Rocha (2006), em ‘Pacovan’, Nunes (2009) em ‘Pacovan Apodi’ e por Silva *et al.* (2003) em ‘Prata Anã’. De acordo com a análise de regressão múltipla foi possível observar o efeito quadrático das doses de potássio para os teores de nitrogênio na folha (Quadro 6, Figuras 5). Silva *et al.* (2003) trabalhando com adubação nitrogenada e potássica em ‘Prata Anã’ observou incrementos nos teores foliares de nitrogênio e enxofre relacionados a adubação.

A interação entre as doses de nitrogênio e fósforo (Quadro 6) foi significativa para os teores de nitrogênio nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’. Os resultados obtidos estão exibidos na figura 6 onde é possível observar que o aumento das doses de nitrogênio e fósforo incrementa o teor de nitrogênio foliar. Segundo Borges (2004) o teor ideal de nitrogênio nas folhas da bananeira ‘Pacovan’ é de 22 a 25 g kg⁻¹, que está abaixo dos teores encontrados nas folhas da ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 5), Silva *et al.* (2007) em ‘Prata Anã’ e Nunes (2009) em ‘Pacovan Apodi’ encontraram resultados semelhantes para o nitrogênio nas folhas.

Quadro 5 - Teores de nutrientes nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função das combinações de N, P₂O₅ e K₂O.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	S
-----kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----			-----g kg ⁻¹ -----			
910	227	576	28,81	1,33	49,92	1,56
910	227	1070	27,19	1,35	47,61	1,56
910	422	576	26,63	1,31	50,52	1,48
910	422	1070	25,84	1,42	49,31	1,80
1698	227	576	27,08	1,32	49,43	1,54
1698	227	1070	26,24	1,31	48,82	1,51
1698	422	576	26,63	1,29	49,43	1,65
1698	422	1070	31,05	1,29	49,31	1,48
1299	325	823	26,24	1,42	51,61	1,37
130	227	576	25,28	1,31	49,91	1,23
2469	422	1070	25,56	1,21	49,06	1,04
910	32	576	25,62	1,27	48,94	1,47
1689	617	1070	26,24	1,37	49,06	1,45
910	227	82	24,22	1,27	46,64	1,51
1689	422	1564	25,84	1,31	50,89	1,36
130	32	82	22,76	1,30	48,34	1,28
Média			26,33	1,32	49,3	1,46
C.V.(%)			10,03	10,64	7,64	7,66
DMS			5,98	ns	ns	0,25

DMS – Diferença Mínima Significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 6 – Coeficientes de regressão múltipla para os teores de NPK e S na folha da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da adubação com N, P₂O₅ e K₂O.

Coeficiente	N	P	K	S
	-----g kg ⁻¹ -----			
Constante	22,10	1,25	48,05	10,97
N	0,280831.10 ⁻² ns	0,133407.10 ⁻³ ns	-0,152197.10 ⁻³ ns	0,798036.10 ⁻³ ***
P	0,643799.10 ⁻² ns	-0,821421.10 ⁻⁴ ns	0,941172.10 ⁻² ns	-0,482489.10 ⁻³ ns
K	0,776743.10 ⁻² °	0,993812.10 ⁻⁴ ns	0,948342.10 ⁻³ ns	0,152943.10 ⁻³ ns
N ²	-0,398484.10 ⁻⁵ *	-0,603546.10 ⁻⁷ ns	-0,128701.10 ⁻⁵ ns	-0,127130.10 ⁻⁶ *
P ²	-0,574933.10 ⁻⁴ *	-0,917285.10 ⁻⁶ ns	-0,231494.10 ⁻⁴ ns	-0,644758.10 ⁻⁷ ns
K ²	-0,981966.10 ⁻⁵ *	-0,189836.10 ⁻⁶ ns	-0,647074.10 ⁻⁵ ns	0,153560.10 ⁻⁶ ns
NP	0,150608.10 ⁻⁴ °	-0,134002.10 ⁻⁷ ns	-0,273656.10 ⁻⁵ ns	-0,178114.10 ⁻⁶ ns
NK	0,347239.10 ⁻⁵ ns	-0,498492.10 ⁻⁷ ns	0,491274.10 ⁻⁵ ns	-0,620227.10 ⁻⁶ **
PK	0,144714.10 ⁻⁴ ns	0,100588.10 ⁻⁵ ns	0,133426.10 ⁻⁴ ns	0,105157.10 ⁻⁵ ns
R ²	0,69	0,74	0,42	0,75

***,**,*,° e ns significativos a 0,1%, 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

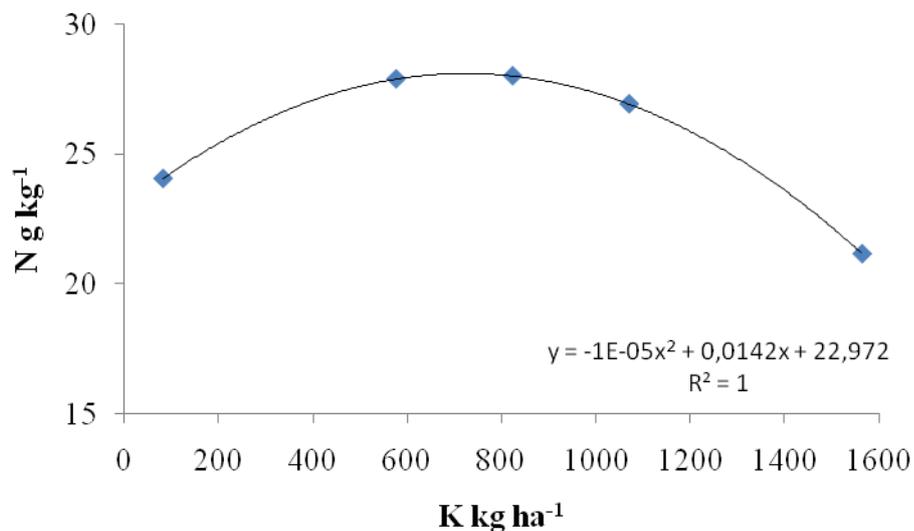


Figura 5 - Teor de nitrogênio nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função das doses de K₂O, combinadas com 910 e 227 kg ha⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente.

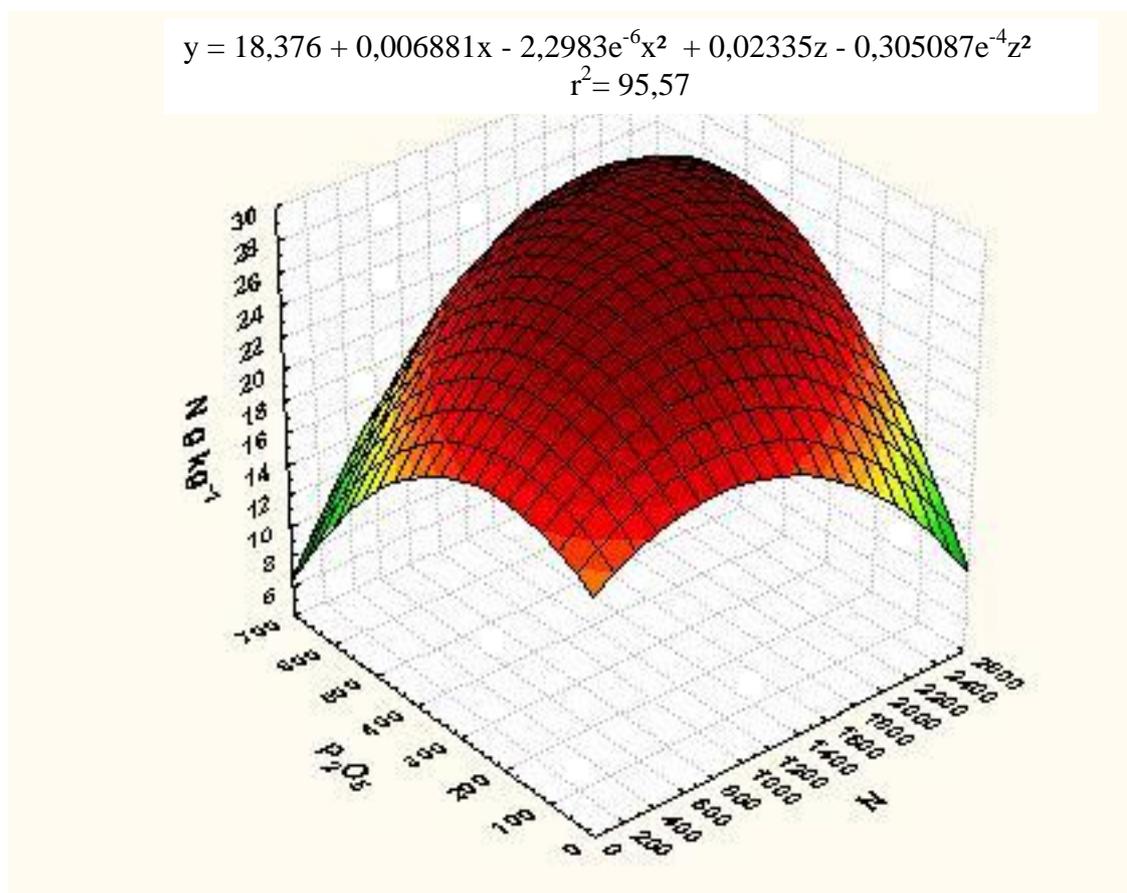


Figura 6 – Teor de nitrogênio nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de P₂O₅ e N, combinadas com 1070 kg ha⁻¹ de K₂O.

O maior número de frutos 126,65 e o maior número de palmas 8,75 (Quadro 3) foram obtidos com o teor de nitrogênio na folha de 26,24 g kg⁻¹ (Quadro 5) que correspondem a combinação de 1299, 325 e 823 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O (Quadro 3). Trabalhando no primeiro ciclo da ‘Pacovan Apodi’ Nunes (2009) obteve os maiores resultados desses componentes de produção com as doses de 490, 227 e 576 kg ha⁻¹ com teor de nitrogênio foliar de 27,27 g kg⁻¹. Rocha (2006) ao trabalhar com ‘Pacovan’ obteve maior produtividade com teor de nitrogênio na folha de 23,20 g kg⁻¹ e a combinação de 600, 300 e 1050 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, ambos inferiores aos encontrados neste trabalho.

Trabalhando com ‘Pacovan’ Borges (2004) observou que os teores ideais de fósforo na folha estão em torno de 1,6 a 1,9 g kg⁻¹ superiores aos teores encontrados na ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 5). Isto provavelmente é devido aos altos teores de cálcio presentes no solo da região que precipitam fósforo na forma de fosfato de cálcio diminuindo a disponibilidade do nutriente para a planta.

O maior teor de potássio encontrado nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi de 51,61 g kg⁻¹ (Quadro 5) sendo superior ao teor ideal citado por Borges (2004) para ‘Pacovan’ que está em torno de 27g kg⁻¹. Junior (2008) trabalhando com ‘Prata Anã’ observou um teor médio de 31 g kg⁻¹ de potássio que se encontra abaixo da média obtida neste trabalho. Só foi observado o efeito das doses de potássio sobre o teor de nitrogênio nas folhas e efeito da interação NK sobre o teor de enxofre foliar (Quadro 6).

Não foi observado efeito significativo do potássio sobre os teores de potássio e fósforo foliares. Nunes (2009), trabalhando com ‘Pacovan Apodi’ não observou efeitos das adubações potássicas sobre os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas da bananeira, ainda segundo Nunes (2009) os altos teores de K das folhas refletem o elevado teor desse nutriente no solo da área experimental.

O teor de enxofre nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi influenciado pelas combinações das doses de NPK (Quadro 5). Na análise de regressão múltipla observou-se efeito significativo das doses de nitrogênio no teor de enxofre nas folhas (Figura 7). O maior teor de enxofre encontrado nas folhas da ‘Pacovan Apodi’ foi de 1,65 g kg⁻¹ resultado superior ao obtido por Junior (2008) que trabalhando com ‘Prata Anã’ obteve 1,5 g kg⁻¹.

Analisando o modelo de regressão polinomial para interação NK (Figura 8) é possível observar que o aumento das doses de N diminui o teor de S nas folhas já o incremento das doses de e K aumentam o teor de S nas folhas da ‘Pacovan Apodi’.

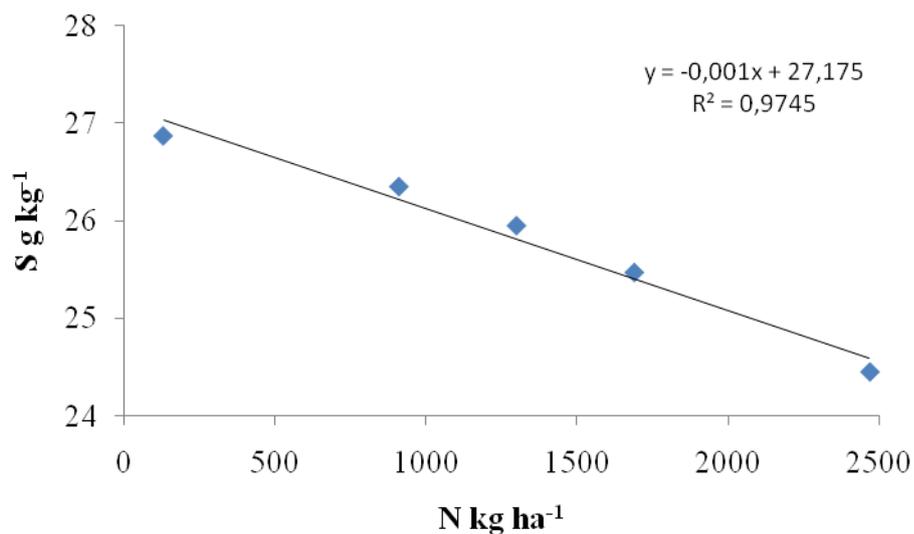


Figura 7 - Teor de enxofre nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de N, combinadas com 227 e 1070 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

$$y = 26,952 - 0,253161e^{-2}x + 0,318593e^{-6}x^2 + 0,720465e^{-3}z + 0,754632E^{-6}z^2$$

$$r^2 = 96,57$$

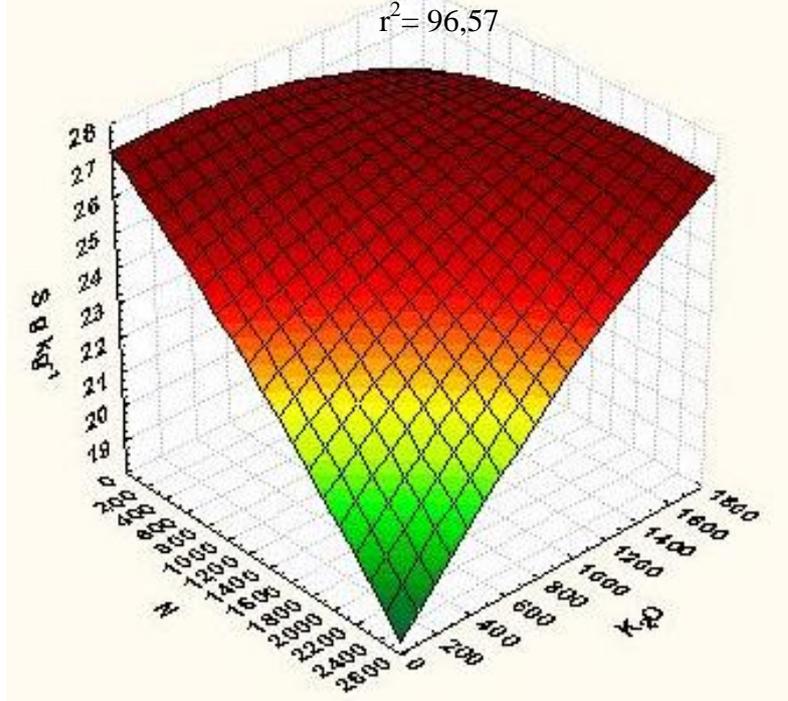


Figura 8 - Teor de enxofre nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e K₂O, combinadas com 227 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

O manganês (Mn) foi o micronutriente absorvido em maior quantidade pela ‘Pacovan Apodi’. Não foi observada na regressão múltipla efeito das doses de N, P₂O₅ e K₂O para o acúmulo de manganês nas folas da bananeira (Quadro 8).

O maior teor desse nutriente nas folhas da bananeira foi de 255,12 mg kg⁻¹ (Quadro 7) correspondente com a dose 910, 32 e 576 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente, teor abaixo do mínimo recomendado por Borges & Caldas (2002) que determinaram a faixa do teor de manganês adequada para bananeira ‘Pacovan’ como sendo de 315 a 398 mg kg⁻¹. Borges (2006) afirma que a baixa absorção de Mn pode ocorrer devido a calagem excessiva e altos teores de matéria orgânica no solo e que teores no solo inferiores a 5 mm/dm³ são considerados baixos. Grande parte do manganês pode ser restituída ao solo mediante ao retorno das partes vegetativas da bananeira (Hoffman, 2008).

Quadro 7 - Teores de micronutrientes nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das combinações de N, P₂O₅ e K₂O.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Fe	Zn	Mn
-----kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----			-----mg kg ⁻¹ -----			
910	227	576	3,18	110,0	4,85	153,36
910	227	1070	2,40	76,97	4,36	164,52
910	422	576	1,92	75,65	5,07	209,16
910	422	1070	2,60	75,90	5,32	184,72
1698	227	576	2,94	98,90	17,24	160,74
1698	227	1070	2,98	91,12	4,45	183,84
1698	422	576	5,52	65,97	19,55	209,70
1698	422	1070	2,88	47,60	4,26	206,04
1299	325	823	2,12	73,27	5,54	233,28
130	227	576	2,92	70,64	6,47	136,68
2469	422	1070	3,70	70,65	3,16	238,26
910	32	576	2,86	63,44	7,03	255,12
1689	617	1070	3,12	93,65	4,39	213,36
910	227	82	2,12	116,9	5,27	161,52
1689	422	1564	3,78	98,35	30,01	224,22
130	32	82	1,88	149,04	4,12	170,58
Média			2,93	86,13	8,19	194,07
C.V.(%)			27,02	33,25	33,33	25,76
DMS			1,79	64,81	6,18	112,02

DMS – Diferença mínima significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 8 - Coeficientes de regressão múltipla para os teores de Cu, Fe, Zn e Mn na folha da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da adubação com N, P₂O₅ e K₂O.

Coeficiente	Cu	Fe	Zn	Mn
	-----g kg ⁻¹ -----			
Constante	1,87	152,52	3,44	172,89
N	-0,449382.10 ⁻³ ns	0,147851.10 ⁻¹ ns	0,14476.10 ⁻¹ **	0,951627.10 ⁻² ns
P	-0,426005.10 ⁻² °	-0,533398.10 ⁻¹ ns	-0,19064.10 ⁻¹ ns	-0,112489 ns
K	0,321577.10 ⁻² **	-0,170690**	-0,23015.10 ⁻¹ **	0,149118.10 ⁻¹ ns
N ²	0,540937.10 ⁻⁶ ns	-0,504130.10 ⁻⁵ ns	0,456909.10 ⁻⁵ *	-0,295990.10 ⁻⁴ ns
P ²	0,232736.10 ⁻⁶ ns	-0,294803.10 ⁻⁴ ns	-0,978058.10 ⁻⁶ ns	0,257285.10 ⁻³ ns
K ²	0,305053.10 ⁻⁵ °	0,306053.10 ⁻⁴ ns	0,39136.10 ⁻⁴ **	-0,332371.10 ⁻⁴ ns
NP	0,908899.10 ⁻⁵ **	-0,799218.10 ⁻⁴ ns	0,1034530.10 ⁻⁴ ns	0,845600.10 ⁻⁴ ns
NK	-0,405879.10 ⁻⁵ **	0,303331.10 ⁻⁴ ns	-0,332831.10 ⁻⁴ **	0,821567.10 ⁻⁴ ns
PK	-0,958600.10 ⁻⁵ *	0,204707.10 ⁻³ ns	0,23092.10 ⁻⁵ ns	-0,165228.10 ⁻³ ns
R ²	0,55	0,65	0,48	0,52

**,* ,° e ns significativos a 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente

O ferro (Fe) foi o segundo micronutriente mais absorvido pela ‘Pacovan Apodi’ o maior teor desse nutriente nas folhas da bananeira foi de 149,04 mg kg⁻¹ correspondeu a dose 130, 32 e 82 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O respectivamente (Quadro 7). Borges & Caldas (2002) determinaram a faixa do teor de ferro adequada para a bananeira ‘Pacovan’ de 71 a 86 mg kg⁻¹, teor correspondente a média do nutriente encontrado nas folhas da ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 7). A quantidade de ferro foi significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey em função das combinações das doses de N, P₂O₅ e K₂O. Na análise de regressão múltipla foi possível observar o efeito do potássio sobre o teor de ferro nas folhas da ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 8). A figura 9 mostra que o aumento da dose de potássio aplicado na adubação diminui o acúmulo de ferro nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

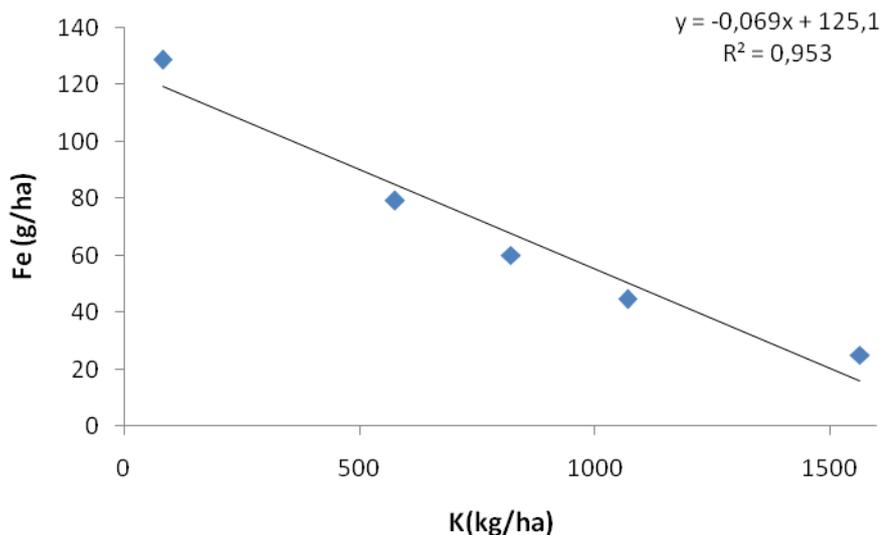


Figura 09 - Teor de ferro nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de K_2O , combinadas com 130 e 227 $kg\ ha^{-1}$ de N e P_2O_5 respectivamente.

O maior teor de zinco (Zn) presente nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi de 30,01 $mg\ kg^{-1}$ (Quadro 7) correspondendo a dose 1689, 422 e 1564 $kg\ ha^{-1}$ de N, P_2O_5 e K_2O . Borges & Caldas (2002) determinam a faixa do teor de zinco adequada para a bananeira ‘Pacovan’ como sendo 12 a 14 $mg\ kg^{-1}$ acima do teor médio encontrado nas folhas da ‘Pacovan Apodi’ que foi de 8,19 $mg\ kg^{-1}$. Baixos teores de zinco nas folhas de bananeiras são atribuídos principalmente a pobreza do solo no nutriente, a calagem e adubação fosfatada em excesso (Borges 2006).

Na análise de regressão múltipla (Quadro 8, Figura 10) é possível observar o efeito quadrático das doses de K sobre o acúmulo de zinco nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’, também é possível observar (Quadro 8, Figura 11) o efeito “cela” provocado pela interação NK sobre os teores de zinco presentes nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

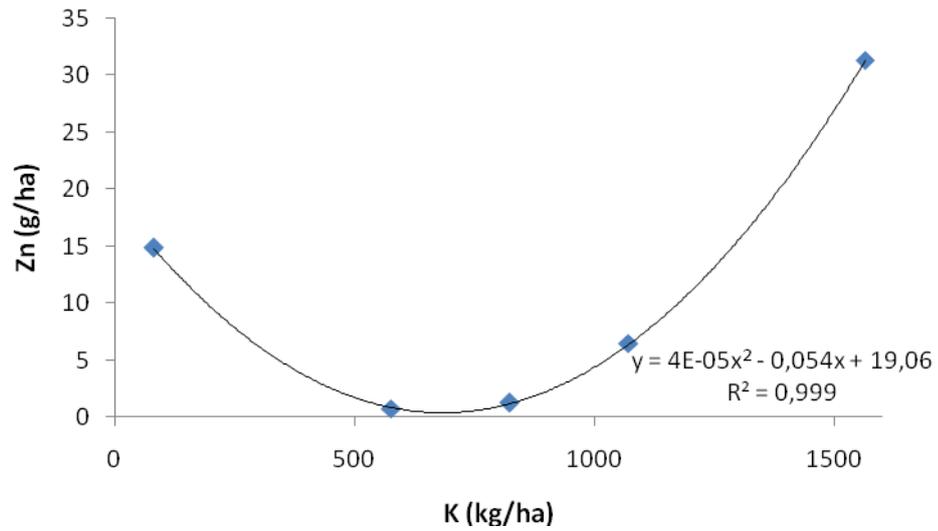


Figura 10 - Teor de zinco nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função das doses de K_2O , combinadas com 910 e 227 $kg\ ha^{-1}$ de N e P_2O_5 respectivamente.

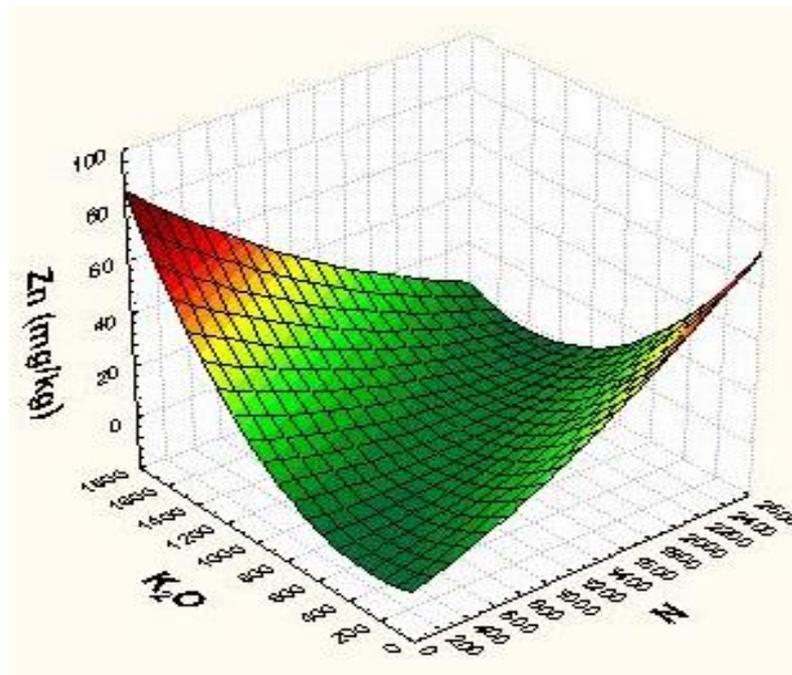


Figura 11 – Teor de zinco nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de N e K_2O , combinadas com 422 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 .

O cobre (Cu) foi o micronutriente menos absorvido pela bananeira ‘Pacovan Apodi’, o teor médio observado foi de $2,93 \text{ mg kg}^{-1}$, Hoffman (2008) trabalhando com seis cultivares de bananeira observou que a ‘Pacovan Apodi’ apresentou o maior teor de cobre nas folhas. Borges & Caldas (2002), determinaram que o teor adequado desse nutriente para bananeira irrigada é de 6 a 7 mg kg^{-1} teor acima daquele observado na ‘Pacovan Apodi’. A deficiência desse nutriente ocorre principalmente em solos pobres, com calagem excessiva ou muita matéria orgânica (Borges, 2006).

Os teores de cobre foram influenciados pelas doses de N, P_2O_5 e K_2O como mostra o Quadro 7, já na regressão múltipla foi possível observar os efeitos das interações entre NP, NK e PK para o teor desse nutriente nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

A figura 12 mostra o efeito da interação NK sobre o teor de cobre nas folhas da bananeira, onde se pode observar que o aumento das doses de potássio e nitrogênio diminui o teor de cobre nas folhas. O efeito da interação NP pode ser observado na figura 13 onde se percebe a diminuição do teor de cobre nas folhas da bananeira em virtude do aumento das doses de N e P_2O_5 . Analisando a superfície de resposta para a interação PK observa-se efeito semelhante ao das interações anteriores, pois o aumento das doses de K_2O e P_2O_5 diminui o teor de cobre nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ (Figura 14).

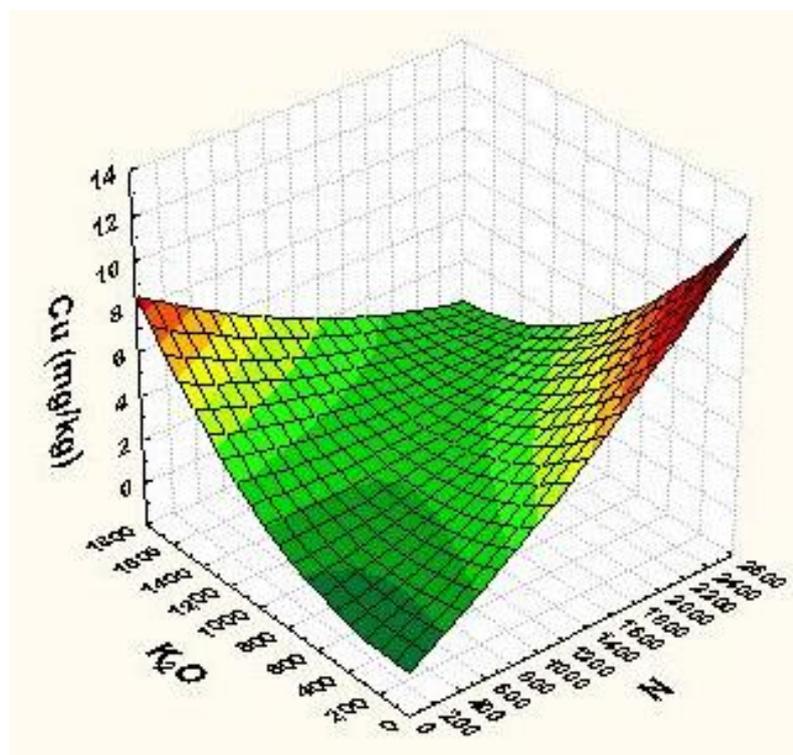


Figura 12 - Teor de cobre nas folhas da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e K_2O , combinadas com 227 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

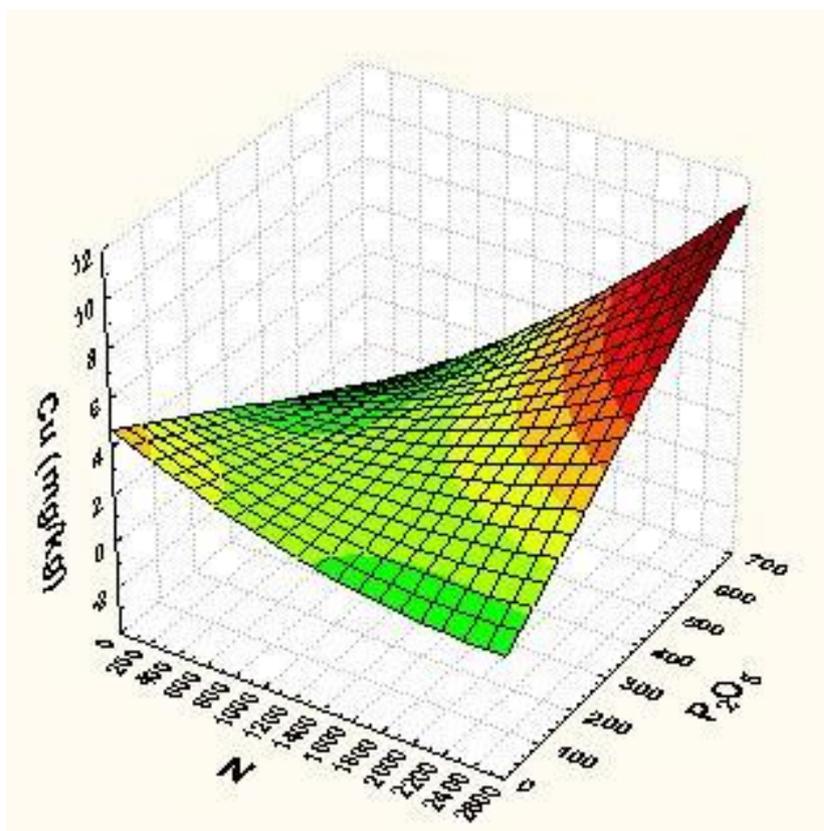


Figura 13 - Teor de cobre nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de N e P_2O_5 , combinadas com 1070 kg ha^{-1} de K_2O .

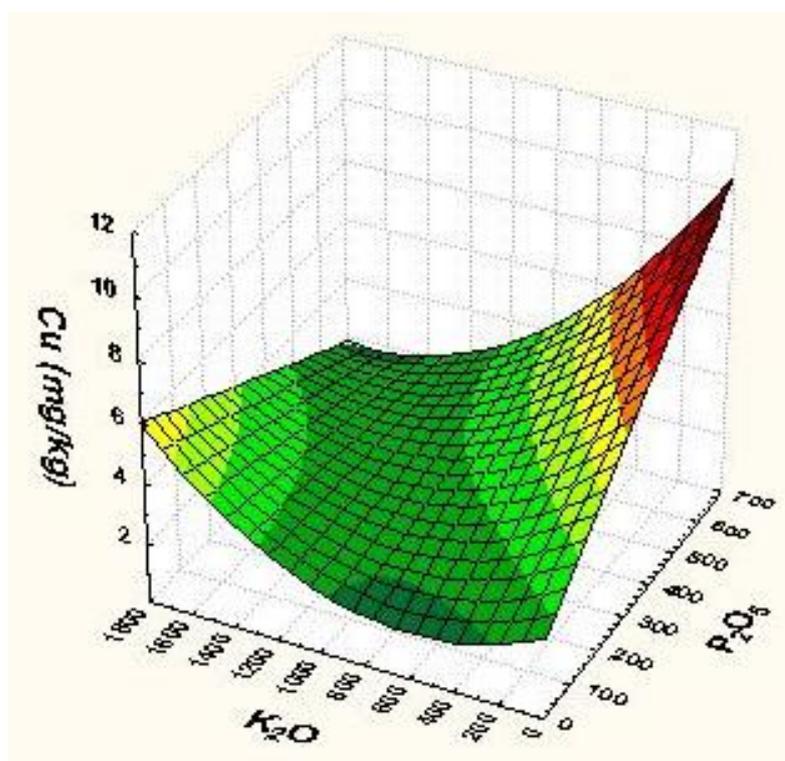


Figura 14 - Teor de cobre nas folhas da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de P_2O_5 e K_2O , combinadas com 910 kg ha^{-1} de N.

Os teores de micronutrientes nas folhas da bananeira foram influenciados pelas combinações de doses de NPK (Quadro 7). A ordem decrescente de absorção foi $Mn > Fe > Zn > Cu$, Faria (1997) estudando a absorção de nutrientes em variedades e híbridos de bananeira observou o mesmo resultado. Hoffman (2008), trabalhando com seis cultivares de bananeira observou a mesma ordem de absorção exceto para a ‘Gross Michel’ que apresentou maior acúmulo de Cu em relação a Zn.

4.3. EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Em ordem decrescente, a quantidade de nutrientes exportados pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi de $K > N > P > S$, resultado semelhante ao observado por Hoffmann (2008) que estudou a exportação de nutrientes em diversos genótipos de bananeira.

As quantidades de nitrogênio exportadas pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foram influenciadas pelas combinações de NPK (Quadro 9). O maior valor exportado de nitrogênio foi de $213,93 \text{ kg ha}^{-1}$ obtido com as combinações de $910, 227$ e 82 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente (Quadro 9), quantidade superior a observada por Hoffmann (2008) que obteve para esse nutriente a exportação máxima de $191,30; 84,3$ e $153,7 \text{ kg ha}^{-1}$, em ‘Pacovan Apodi’, ‘Prata Anã’ e ‘Pacovan’, respectivamente e superior a observada por Soares (2008) que obteve $148,6 \text{ g kg}^{-1}$ em ‘Prata Anã’ e $102,3 \text{ kg ha}^{-1}$ em ‘Grand Naine’. Neves *et al.* (1991) e Borges & Silva (1995) em trabalhos realizados com a ‘Pacovan’ obtiveram exportação de nitrogênio semelhante a observada neste experimento. Houve influencia linear das doses de nitrogênio bem como efeito quadrático das doses de fósforo sobre a quantidade de nitrogênio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 10, Figuras 15 e 16).

A quantidade de fósforo exportada pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi influenciada pelas combinações das doses de NPK (Quadro 9). A maior quantidade exportada desse nutriente foi de $19,11 \text{ kg ha}^{-1}$ sendo superior a quantidade obtida por Hoffmann (2008) de $4,1, \text{ e } 9,6 \text{ kg ha}^{-1}$ em ‘Pacovan’ e ‘Pacovan Apodi’, respectivamente. Soares (2008) observou exportação de $3,2$ e $7,9 \text{ kg ha}^{-1}$ em ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’, respectivamente. A combinação das doses de NPK que proporcionou a maior quantidade exportada desse elemento foi de $1299, 325$ e 823 kg

ha⁻¹. De acordo com a análise de regressão múltipla foi possível observar o efeito quadrático da interação NP sobre a quantidade de fósforo exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' (Quadro 10). O efeito da interação NP sobre a exportação de fósforo pode ser observado na Figura 17, onde se verifica a diminuição da quantidade de fósforo exportado devido ao aumento das doses de N e P₂O₅.

Quadro 9 – Quantidade de macronutrientes exportados pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da adubação com NPK

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	S
----- kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----			----- kg ha ⁻¹ -----			
910	227	576	170,09	15,79	426,64	7,76
910	227	1070	181,16	17,93	508,04	11,81
910	422	576	167,69	16,66	483,51	10,99
910	422	1070	186,83	16,65	624,78	14,84
1698	227	576	147,08	13,04	462,17	10,28
1698	227	1070	173,07	14,90	466,18	8,52
1698	422	576	173,52	15,48	423,97	11,20
1698	422	1070	167,68	16,10	494,40	9,02
1299	325	823	209,90	19,11	508,93	9,99
130	227	576	190,43	14,98	505,03	9,51
2469	422	1070	196,13	15,34	539,33	10,48
910	32	576	163,05	13,76	477,55	7,99
1689	617	1070	164,21	14,57	545,00	10,62
910	227	82	213,93	16,60	612,78	10,30
1689	422	1564	158,49	15,19	542,13	8,87
130	32	82	198,43	17,13	513,53	8,88
Média			170,86	15,83	508,37	10,06
C.V.(%)			16,33	15,63	15,84	25,96
DMS			66,09	5,6	182,24	5,91

DMS – Diferença Mínima Significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 10 – Coeficientes de regressão múltipla para as quantidades exportadas de macronutrientes pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das combinações de doses de N, P₂O₅ e K₂O.

Coeficiente	N	P	K	S
	-----kg ha ⁻¹ -----			
Constante	204,71	16,30	542,11	7,23
N	-0,471738.10 ⁻¹ *	-0,266517.10 ⁻² ns	0,512647.10 ⁻¹ ns	0,181266.10 ⁻² ns
P	0,132297ns	0,133133.10 ⁻¹ °	-0,151675.10 ⁻¹ ns	0,284972.10 ⁻³ ns
K	-0,225423.10 ⁻¹ ns	0,177092.10 ⁻² ns	-0,295333**	0,208325.10 ⁻² ns
N ²	-0,316495.10 ⁻⁵ ns	-0,355477.10 ⁻⁵ **	0,934959.10 ⁻⁴ *	0,328252.10 ⁻⁵ **
P ²	-0,395729.10 ⁻³ °	-0,576692.10 ⁻⁴ **	0,449181.10 ⁻³ ns	0,655579.10 ⁻⁵ ns
K ²	-0,107679.10 ⁻⁵ ns	-0,353902.10 ⁻⁵ ns	0,187578.10 ⁻³ ns	0,517611.10 ⁻⁵ °
NP	0,124182.10 ⁻³ ns	0,226089.10 ⁻⁴ *	-0,557532.10 ⁻³ *	-0,618987.10 ⁻⁵ ns
NK	0,128363.10 ⁻⁴ ns	0,411141.10 ⁻⁵ ns	-0,174166.10 ⁻³ °	-0,115248.10 ⁻⁴ **
PK	-0,197550.10 ⁻⁴ ns	-0,297869.10 ⁻⁵ ns	0,729413.10 ⁻³ °	0,121790.10 ⁻⁴ ns
R ²	0,40	0,56	0,56	0,63

**,* ,° e ns significativos a 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente

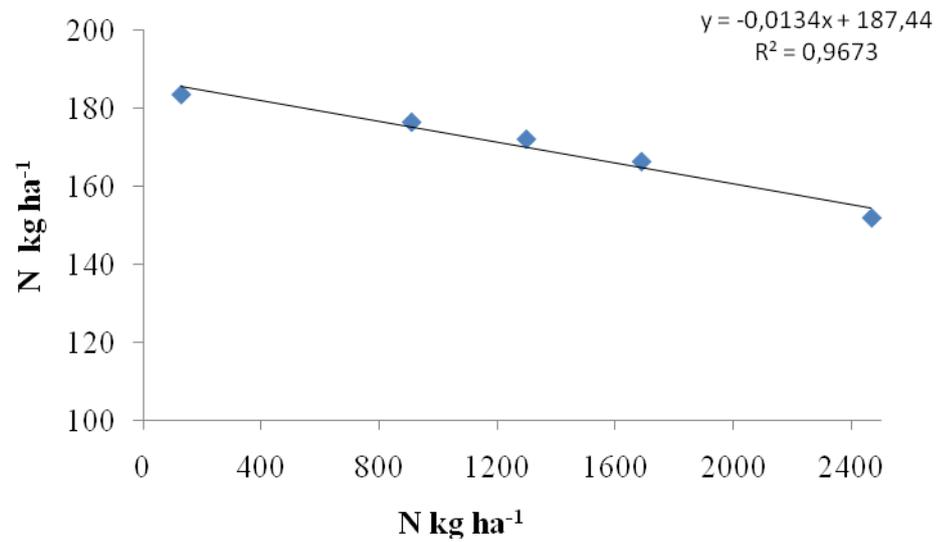


Figura 15 – Quantidade de nitrogênio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de N, combinadas com 227 e 1070 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

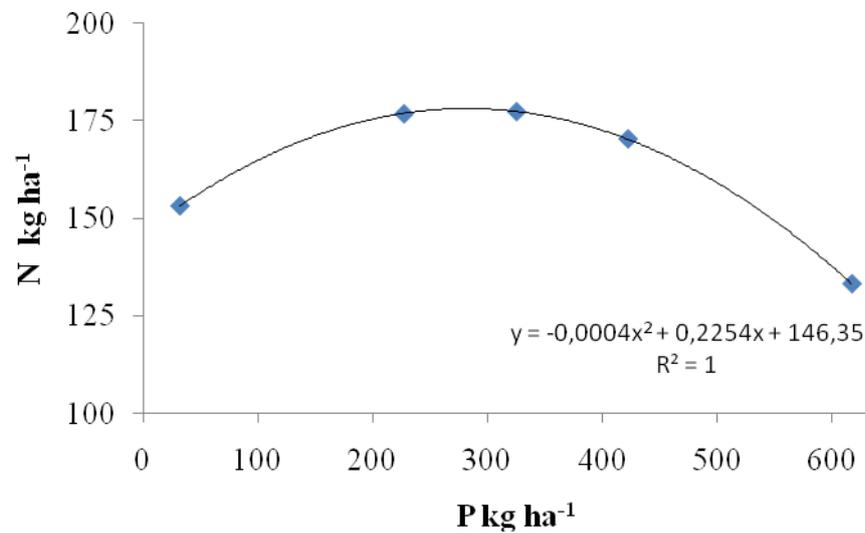


Figura 16 - Quantidade de nitrogênio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de P₂O₅, combinadas com 910 e 1070 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente.

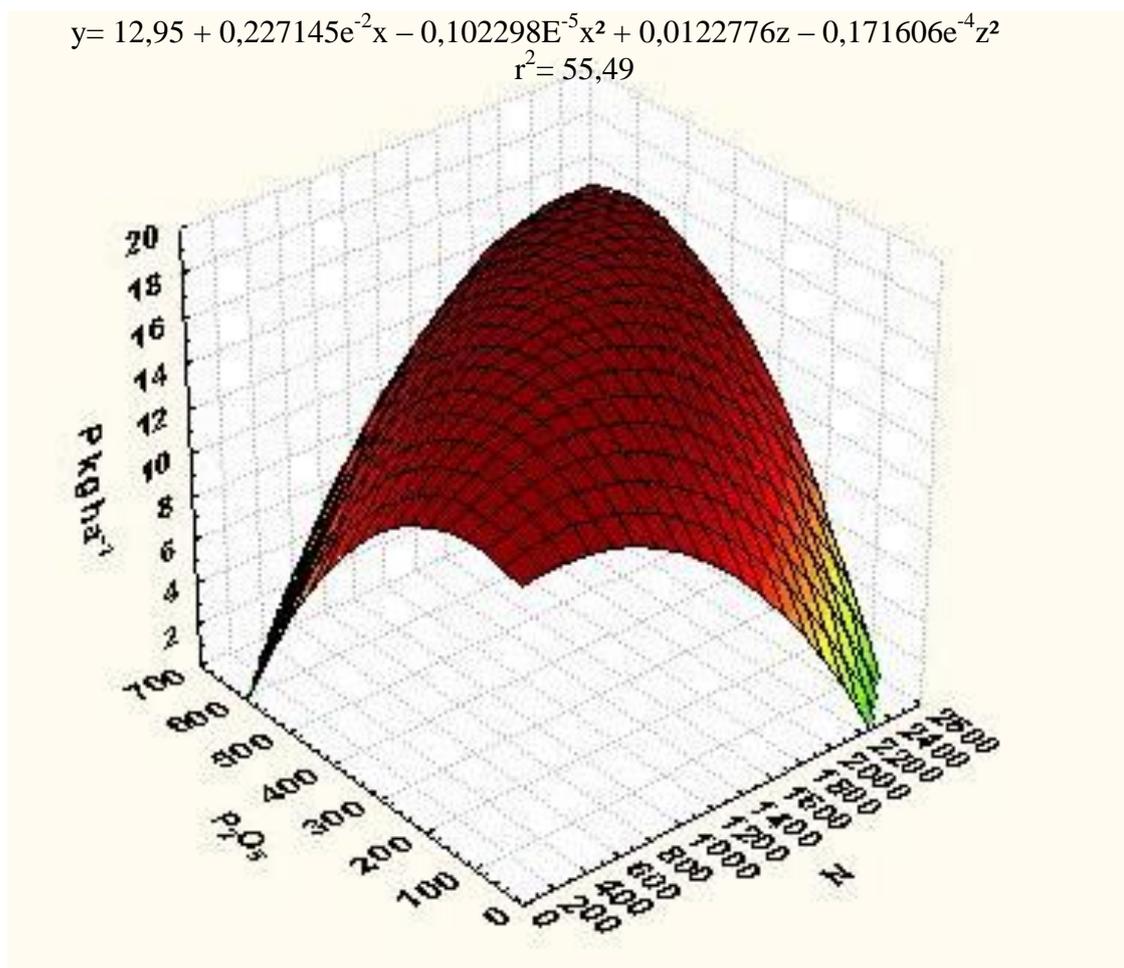


Figura 17 – Quantidade de fósforo exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e P₂O₅, combinadas com 1070 kg ha⁻¹ de K₂O.

A quantidade de potássio exportada para os frutos da bananeira foi significativa em função das adubações com NPK (Quadro 9). O potássio foi o nutriente absorvido em maior quantidade pela bananeira ‘Pacovan Apodi’ sendo também o mais exportado pelos frutos (Quadro 9). A maior quantidade exportada desse nutriente foi 624,78 kg ha⁻¹, superior a observada por Soares (2008), que trabalhando com ‘Grand Naine’ obteve exportação de 439,3 kg ha⁻¹ e superior a observada por Hoffmann (2008) que obteve a exportação de 100,3, 153,7 e 191,3 kg ha⁻¹ pelos frutos de ‘Prata Anã’, ‘Pacovan’ e ‘Pacovan Apodi’, respectivamente. A combinação das doses de NPK que proporcionou a maior quantidade de potássio exportado foi de 910, 422 e 1070 kg ha⁻¹, respectivamente.

Foi observado efeito significativo sobre a quantidade exportada de potássio pelas interações entre NP, NK e PK (Quadro 10). A interação NP para a quantidade de potássio exportado pode ser observada na Figura 18. A análise da superfície de resposta permite observar o efeito da interação, pois há relação direta entre o aumento da quantidade de potássio quando há elevação das doses de fósforo e nitrogênio aumentando a exportação.

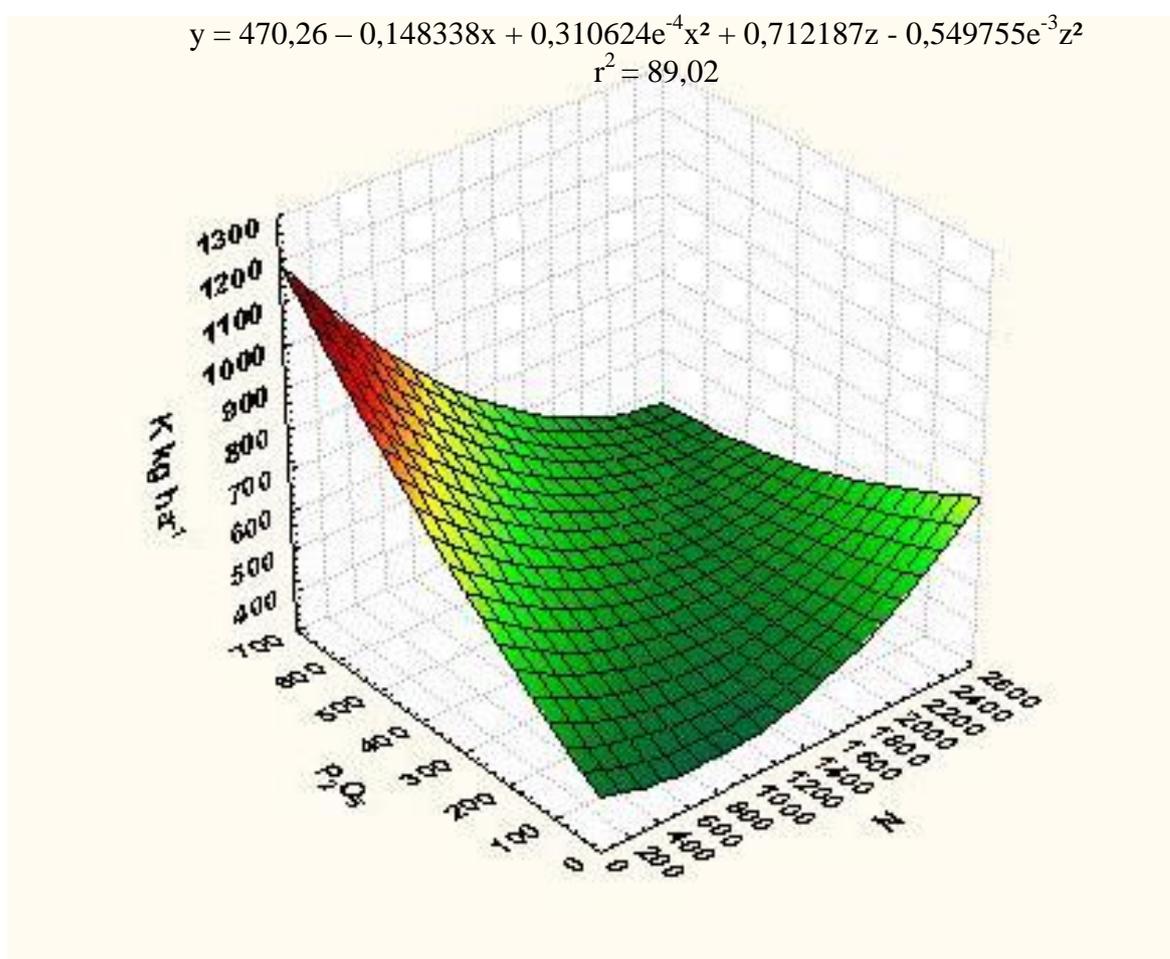


Figura 18 – Quantidade de potássio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e P₂O₅, combinadas com 1070 kg ha⁻¹ de K₂O.

Analisando a superfície de resposta para a interação NK (Figura 19) pode-se observar que o incremento das doses K_2O e N proporcionam uma diminuição na quantidade de potássio exportado.

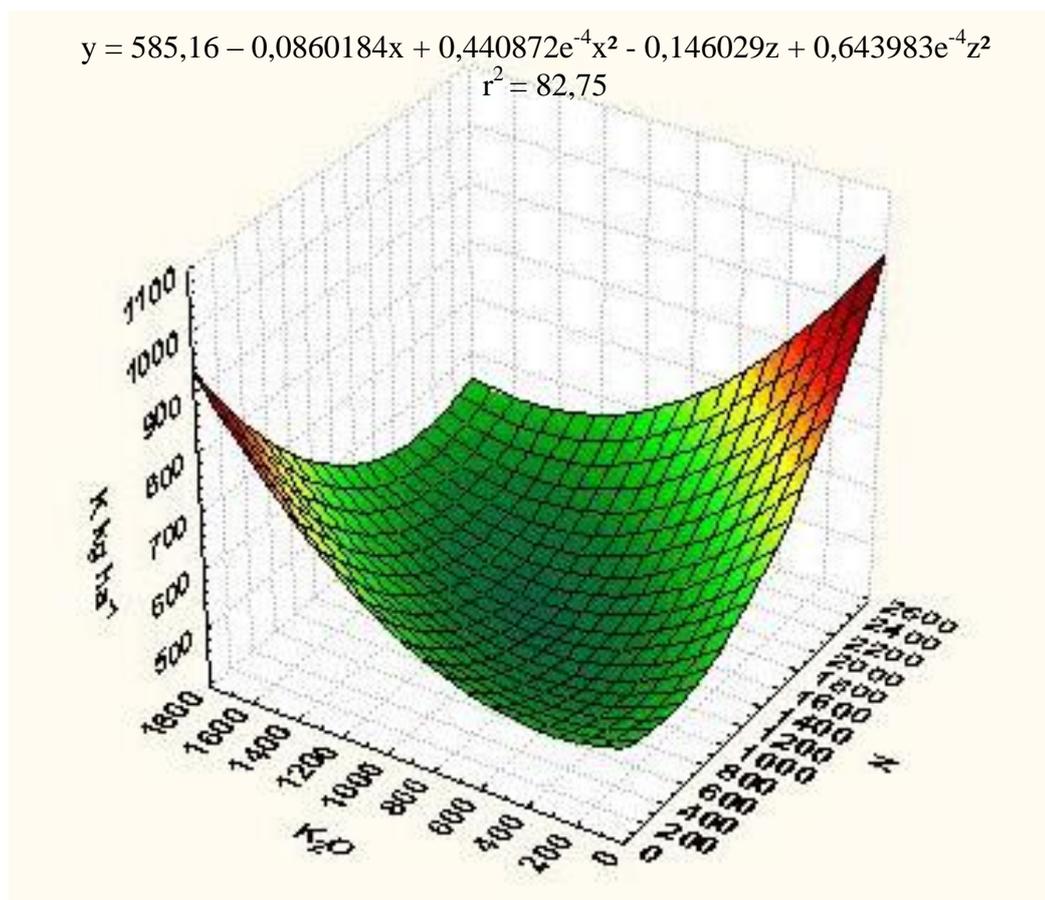


Figura 19 - Quantidade de potássio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e K_2O , combinadas com 227 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

A superfície de resposta referente a interação PK pode ser observada na Figura 20. Observa-se o aumento na quantidade de potássio exportado pelos frutos da bananeira na medida em que se aumentam das doses de P_2O_5 com e há diminuição na exportação quando há o aumento das doses de K_2O .

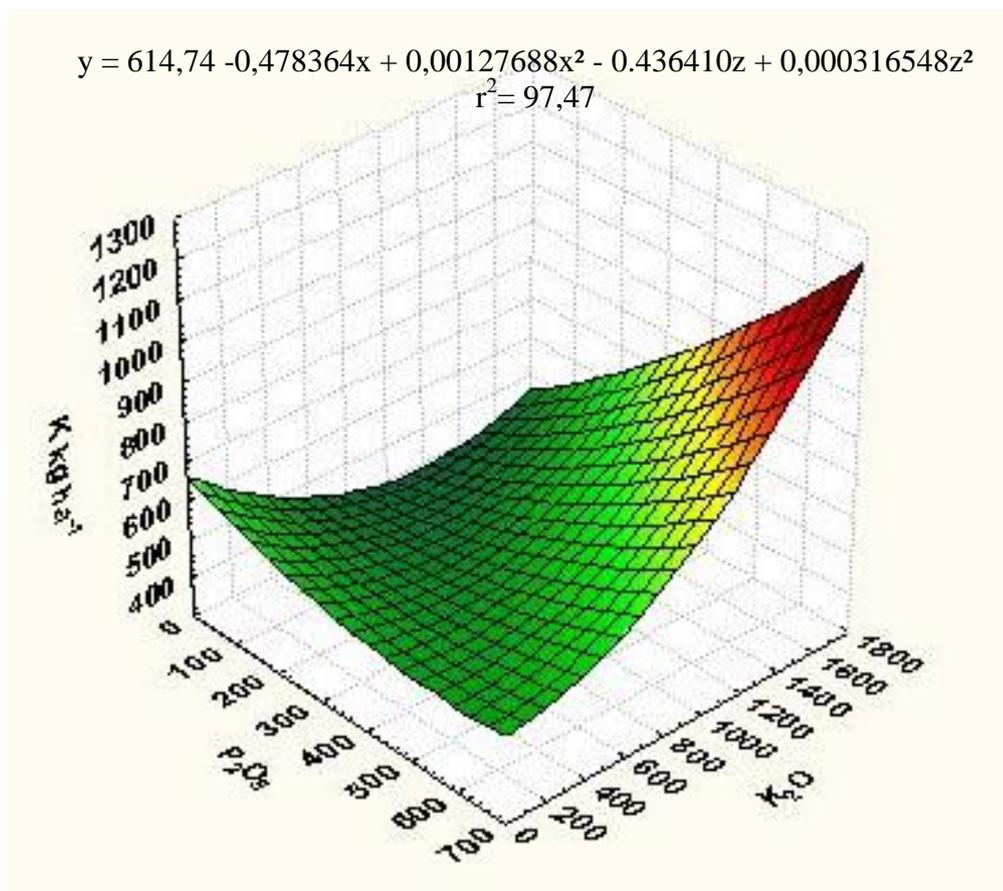


Figura 20 - Quantidade de potássio exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de P_2O_5 e K_2O , combinadas com 910 kg ha^{-1} de N.

As quantidades de enxofre exportadas pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foram influenciadas em função das adubações com NPK (Quadro 9). A maior dose de enxofre exportado pelos frutos foi de $11,81 \text{ kg ha}^{-1}$ sendo que a combinação das doses de NPK que corresponderam a maior quantidade de enxofre exportado foram de $910, 422$ e 1070 kg ha^{-1} . De modo geral, a exportação de S pelos frutos foi inferior a observada por Hoffmann (2008) que obteve $13,4$ e $15,2 \text{ kg ha}^{-1}$ em ‘Pacovan’ e em ‘Pacovan Apodi’, respectivamente. Hoffmann (2008) observou $6,3 \text{ kg ha}^{-1}$ e $7,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de enxofre exportado em ‘Prata Anã’ e ‘Grand Naine’ respectivamente.

Pela análise de regressão múltipla observou-se o efeito da interação NK sobre a exportação de enxofre (Quadro 10). Observando a superfície de resposta para a interação NK (Figura 21) percebe-se que a interação exerce efeito sobre a exportação, pois o aumento das doses de N e K_2O diminuem a quantidade de enxofre exportado pelos frutos da bananeira.

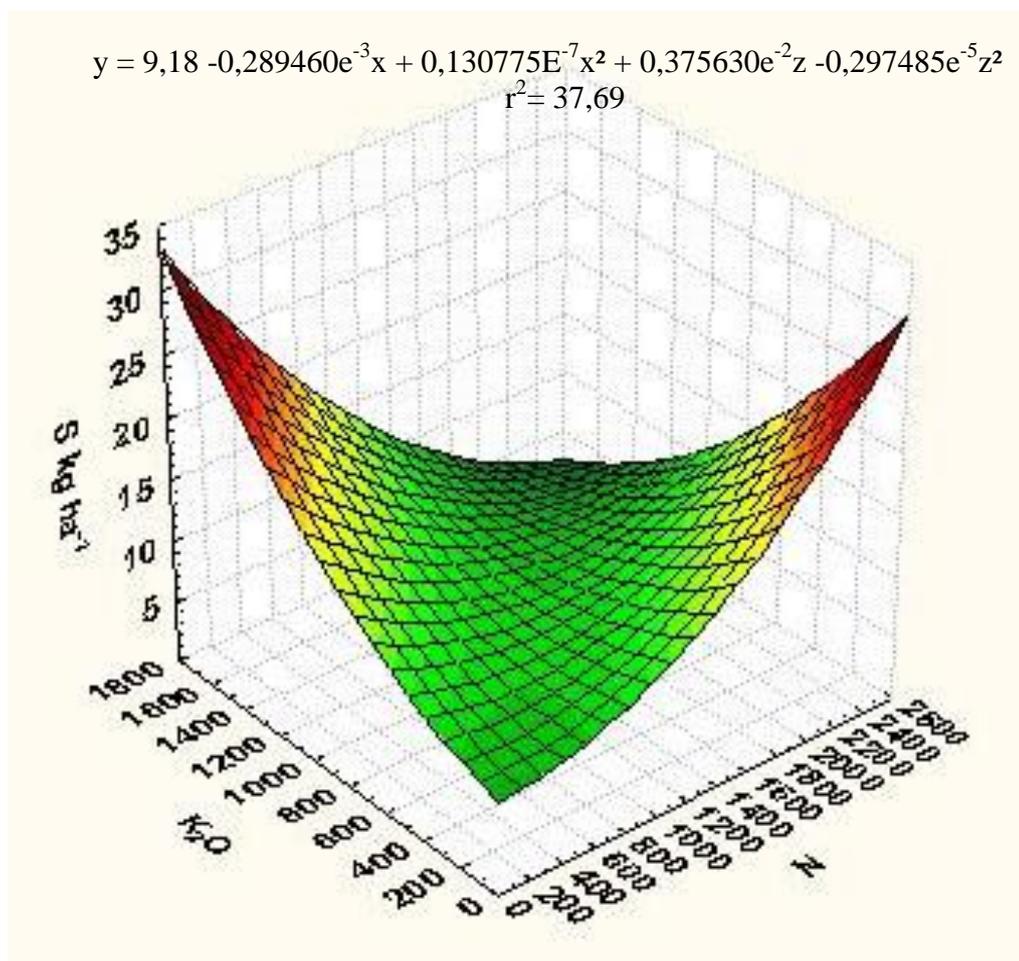


Figura 21 - Quantidade de enxofre exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e K₂O, combinadas com 227 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

O ferro foi o micronutriente exportado em maior quantidade pela ‘Pacovan Apodi’ com média de 367,28 g ha⁻¹, teor superior ao encontrado por Hoffman (2008) em cinco das seis cultivares de bananeira estudadas em seu trabalho. A ‘Pacovan’ foi a única cultivar estudada pelo autor que apresentou exportação superior a observada neste trabalho, a saber, 484,4 g ha⁻¹. Estudando as necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish Teixeira (2008), observou um teor médio de ferro exportado pelas cultivares de 147 g ha⁻¹, resultado semelhante ao obtido por Borges & Oliveira (2000), ambas as quantidades inferiores a obtida no presente estudo.

As quantidades de ferro exportadas pelos frutos da bananeira foram influenciadas pelas combinações das doses de NPK (Quadro 11). O maior teor de ferro exportado pela cultura foi de 606,67 g ha⁻¹ correspondendo com a combinação de 910,

422 e 1070 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (Quadro 11). De acordo com a análise de regressão múltipla (Quadro 12, Figura 22) foi possível observar o efeito do nitrogênio sobre a quantidade de ferro exportada pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’. A análise da figura 22 mostra que o aumento das doses de N promoveu a diminuição da exportação de ferro pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

Quadro 11 - Quantidade de micronutrientes exportados pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da adubação com NPK

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Fe	Zn	Mn
-----kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹ -----			-----g ha ⁻¹ -----			
910	227	576	28,63	369,05	26,98	230,60
910	227	1070	25,44	389,81	56,28	420,36
910	422	576	21,49	315,51	181,59	341,43
910	422	1070	22,76	606,67	63,58	418,96
1698	227	576	20,75	365,13	65,51	211,53
1698	227	1070	28,96	497,04	79,22	218,56
1698	422	576	30,31	261,93	89,33	129,92
1698	422	1070	22,22	293,74	78,16	229,87
1299	325	823	28,45	309,75	134,61	80,50
130	227	576	15,59	327,45	33,64	98,76
2469	422	1070	57,21	563,06	51,53	270,68
910	32	576	32,63	361,50	36,37	275,85
1689	617	1070	24,12	371,50	36,43	186,01
910	227	82	49,91	310,41	69,86	181,23
1689	422	1564	24,75	238,85	36,83	384,05
130	32	82	23,38	295,00	74,32	258,25
Média			28,54	367,28	69,64	246,04
C.V.(%)			29,86	32,93	31,43	31,11
DMS			19,28	277,92	49,53	173,22

DMS – Diferença Mínima Significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 12 - Coeficientes de regressão múltipla para as quantidades exportadas de micronutrientes pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função das combinações de doses de N, P₂O₅ e K₂O.

Coeficiente	Cu	Fe	Zn	Mn
	-----g ha ⁻¹ -----			
Constante	30,79	262,48	29,81	279,27
N	-0,33425.10 ⁻² ns	0,45471.10 ⁻¹ ns	-0,117781.10 ⁻¹ ns	0,7519.10 ⁻¹ °
P	0,136672.10 ⁻¹ ns	-0,37873.10 ⁻¹ ns	0,674815**	-0,30630ns
K	-0,0230154.10 ⁻¹ *	0,32766.10 ⁻¹ ns	-0,705406.10 ⁻¹ *	-0,79.10 ⁻¹ ns
N ²	0,685996.10 ⁻⁵ ns	0,21896.10 ⁻³ **	-0,562120.10 ⁻⁴ **	0,8119.10 ⁻³ °
P ²	0,4976.10 ⁻⁴ ns	0,141913.10 ⁻² *	-0,11415.10 ⁻³ ns	0,1445.10 ⁻¹ *
K ²	0,315491.10 ⁻⁴ **	-0,39859.10 ⁻⁴ ns	-0,10114.10 ⁻³ *	0,321.10 ⁻¹ **
NP	0,1766950.10 ⁻⁴ ns	-0,14463.10 ⁻² **	-0,14159.10 ⁻³ ns	-0,554.10 ⁻¹ *
NK	-0,677629.10 ⁻⁵ ns	-0,15322.10 ⁻³ ns	0,243308.10 ⁻³ **	-0,1937.10 ⁻² ns
PK	-0,992286.10 ⁻⁴ *	0,104149.10 ⁻² °	-0,39513.10 ⁻³ ns	-0,4516.10 ⁻³ ns
R ²	0,55	0,50	0,52	0,42

**,* ,° e ns significativos a 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente

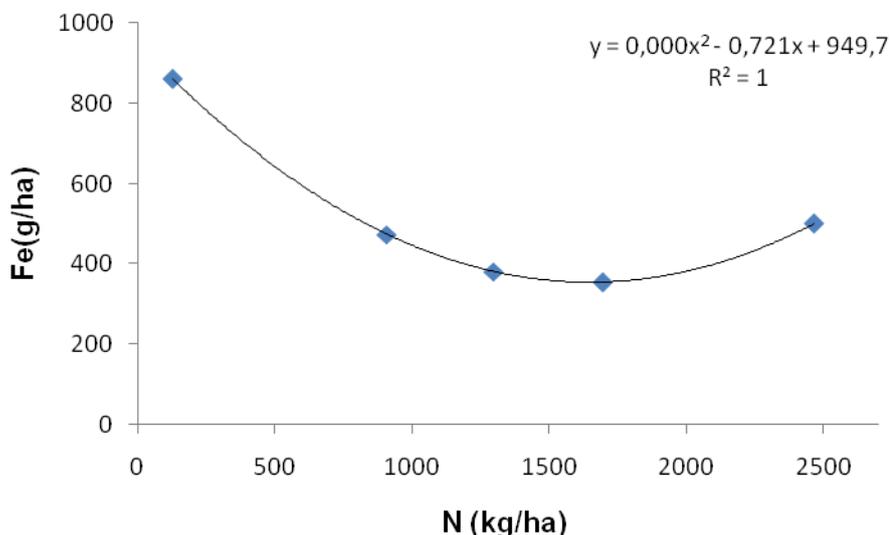


Figura 22 - Quantidade de ferro exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função das doses de N, combinadas com 422 e 1070 kg ha⁻¹ de P₂O₅e K₂O, respectivamente.

De acordo com a análise de regressão múltipla foi possível observar o efeito da interação entre as doses de NP sobre a quantidade de ferro exportado pelos frutos da bananeira (Figura 23). É possível observar na figura que o aumento das doses de N e P_2O_5 diminuíram a quantidade de fósforo exportado pelos frutos da bananeira.

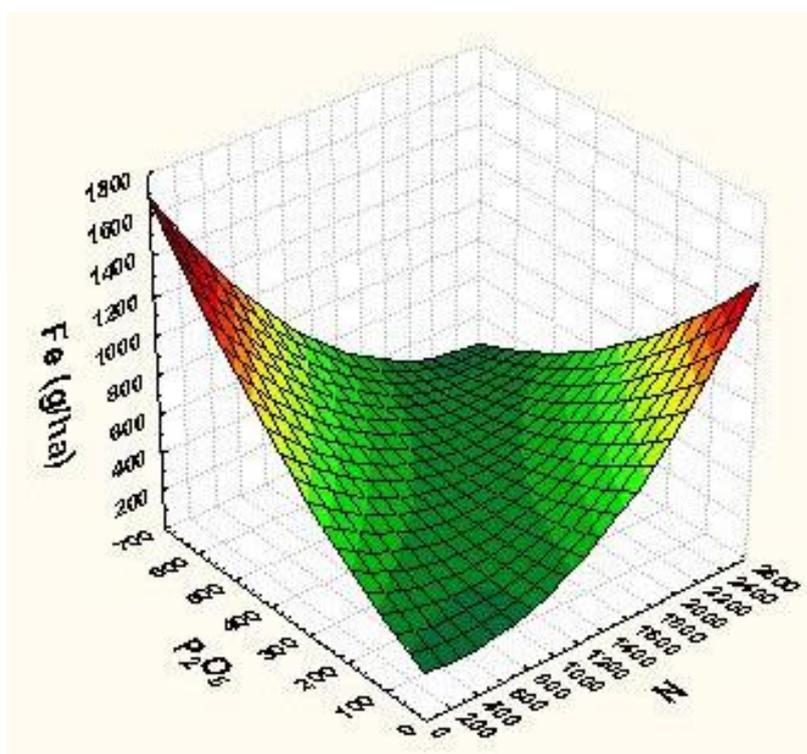


Figura 23 - Quantidade de ferro exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de N e P_2O_5 , combinadas com 1070 kg ha^{-1} de K_2O .

Pela análise de regressão múltipla foi possível observar a interação PK (Quadro 12), a representação do efeito da interação entre as doses pode ser observada na figura 24, a figura mostra que o aumento das doses de P_2O_5 e K_2O provocam a diminuição na quantidade de ferro exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi'.

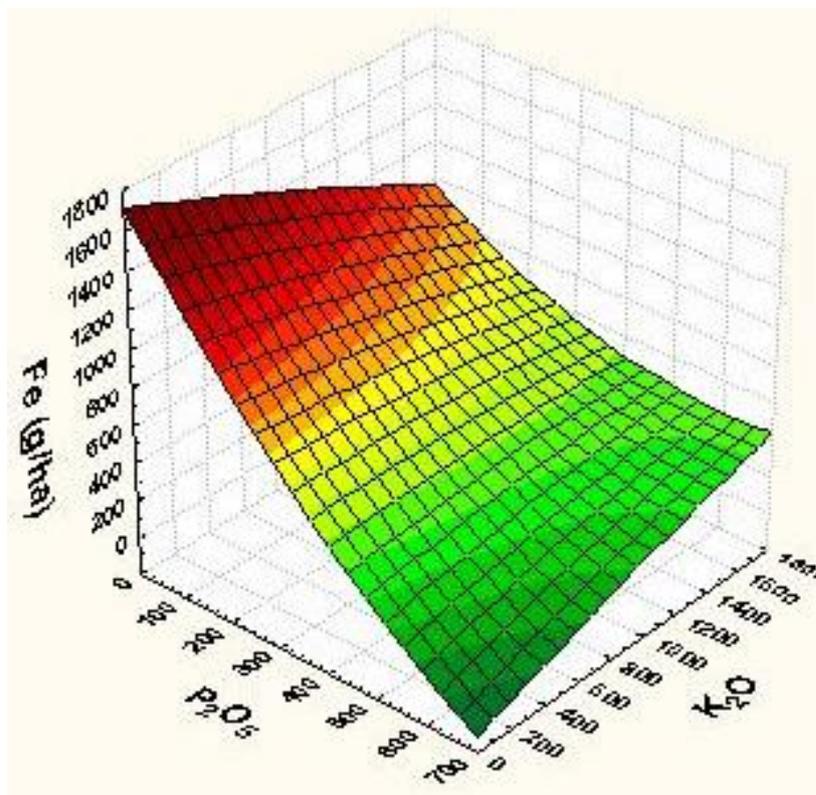


Figura 24 - Quantidade de ferro exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de P_2O_5 e K_2O , combinadas com 910 kg ha^{-1} de K_2O .

O manganês foi o segundo micronutriente mais exportado pela bananeira 'Pacovan Apodi' com uma quantidade média exportada de $246,04 \text{ g ha}^{-1}$ superior as quantidades observadas por Hoffmann (2008) nas cultivares Terrinha e Gross Michel de $102,5$ e $134,4 \text{ g ha}^{-1}$, respectivamente e inferior as quantidades exportadas pelas cultivares Grand Naine, Pacovan, Pacovan Apodi e Prata Anã de $674,8$; $311,5$; $401,5$ e $666,3 \text{ g ha}^{-1}$, respectivamente. Teixeira (2008), trabalhando com cultivares do subgrupo Cavendish obteve exportação média de manganês de 191 g ha^{-1} , resultado semelhante foi observado por Borges & Oliveira (2000) que obtiveram uma quantidade exportada inferior aquela observada nesse trabalho. A maior quantidade de manganês exportado foi de $420,36 \text{ g ha}^{-1}$ sendo obtida com as combinações de 910 , 227 e 1070 kg ha^{-1} (Quadro 11). Em seus trabalhos Hoffman (2008) constata que a maioria das cultivares estudadas apresentou baixa taxa de exportação desse nutriente por ocasião da colheita.

De acordo com a análise de regressão múltipla foi possível observar o efeito quadrático da dose de potássio para exportação de manganês pelos frutos da bananeira (Quadro 12). A figura 25 mostra o aumento da exportação de manganês associado ao aumento das doses de potássio.

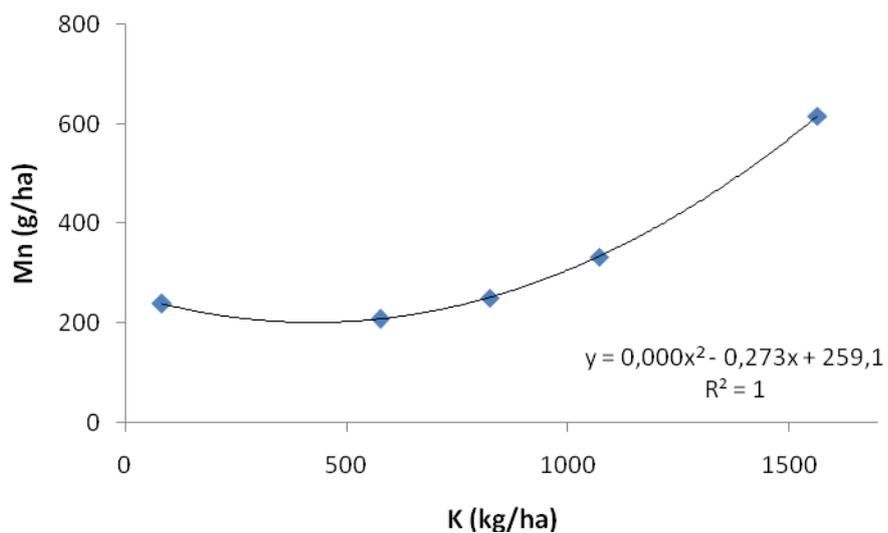


Figura 25 - Quantidade de manganês exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de K_2O , combinadas com 910 e 422 $kg\ ha^{-1}$ de N e P_2O_5 , respectivamente.

Na análise de regressão múltipla (Quadro 12) foi possível observar o efeito da interação NP sobre a quantidade de manganês exportado pelos frutos da bananeira. É possível observar na figura 26 que o aumento das doses de N e P_2O_5 diminui a quantidade exportada de manganês pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

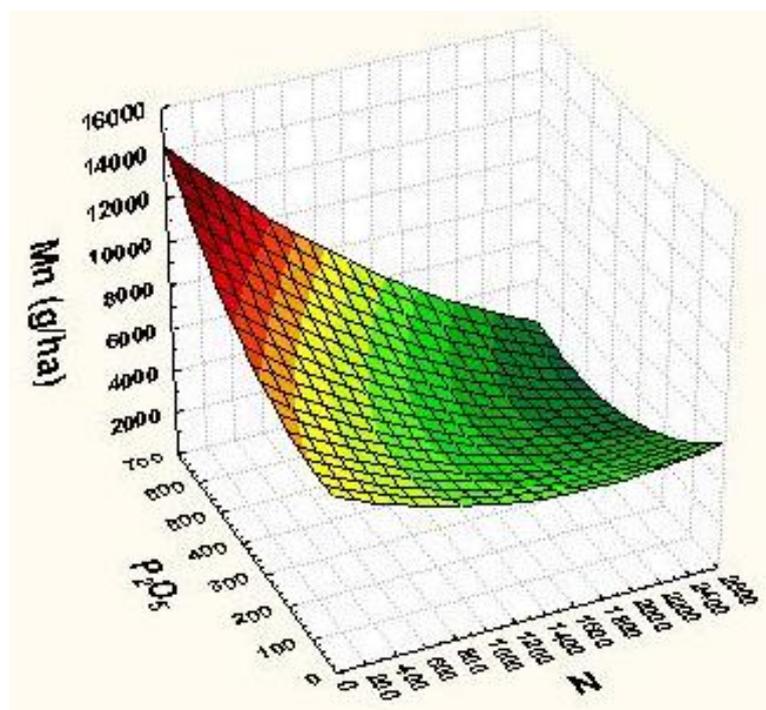


Figura 26 - Quantidade de manganês exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de N e P_2O_5 , combinadas com 1070 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O .

A quantidade de cobre exportada pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi influenciada pelas combinações das doses de N, P₂O₅ e K₂O (Quadro 11). As doses de 2649, 422, 1070 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, corresponderam a maior quantidade exportada desse nutriente que foi de 57,21g ha⁻¹. O teor médio de cobre exportado foi de 28,54 g ha⁻¹, média superior a observada por Teixeira (2008), que em seu trabalho com bananeiras do subgrupo Cavendish observou exportação média de cobre nessas cultivares como sendo de 25 g ha⁻¹, resultado semelhante ao observado por Borges & Oliveira (2000). Hoffman (2008) observou exportação média de cobre igual a 17,6 g ha⁻¹ na ‘Pacovan Apodi’, quantidade inferior a observada nesse estudo.

De acordo com a análise de regressão múltipla houve efeito do potássio e da interação entre as doses de PK sobre a quantidade de cobre exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ (Quadro 12). A figura 27 mostra que o aumento das doses de potássio diminui a quantidade de cobre exportado pela bananeira ‘Pacovan Apodi’.

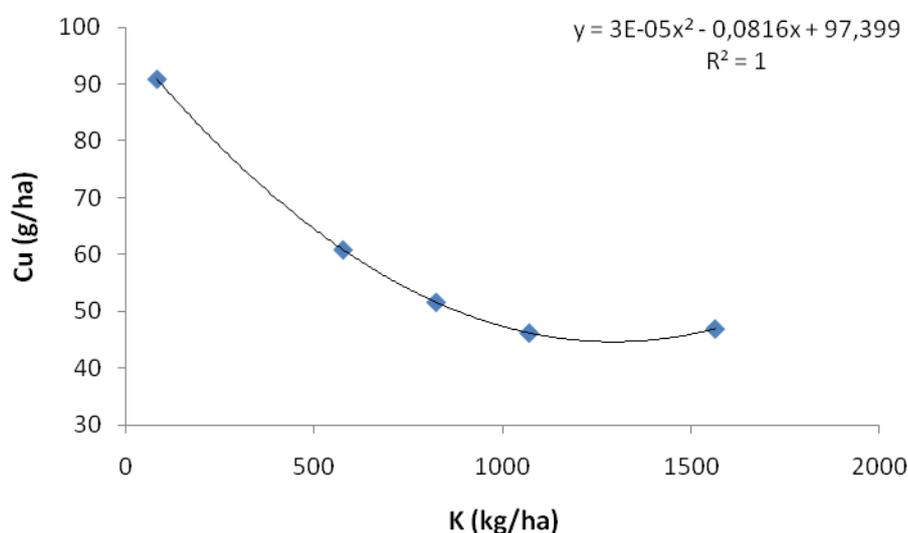


Figura 27 - Quantidade de cobre exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de K₂O, combinadas com 1689 e 576 kg ha⁻¹ de N e P₂O₅, respectivamente.

A análise da superfície de resposta para interação PK sobre a quantidade de cobre exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ mostra que o aumento das doses de P_2O_5 e K_2O diminuem a quantidade exportada desse nutriente (Figura 28).

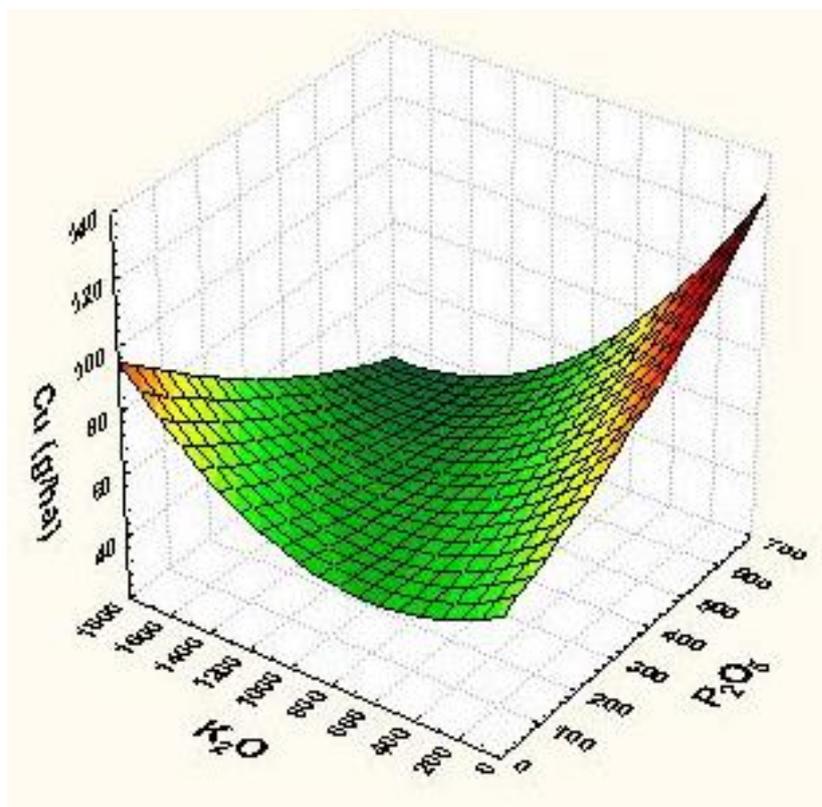


Figura 28 - Quantidade de cobre exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função da interação das doses de P_2O_5 e K_2O , combinadas com 1689 kg ha^{-1} de N.

A quantidade zinco exportada pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi influenciada pelas combinações das doses de N, P_2O_5 e K_2O (Quadro 11). A maior quantidade exportada desse nutriente foi de $181,59 \text{ g ha}^{-1}$ correspondendo a dose $910, 422$ e 576 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. A quantidade média de zinco exportada pelos frutos foi de $69,64 \text{ g ha}^{-1}$, Hoffman (2008), trabalhando com seis cultivares de bananeira observou que a maior média de zinco exportado pelos frutos ocorreu na ‘Pacovan Apodi’ e foi de $118,8 \text{ g ha}^{-1}$ superior a observada nesse estudo, porém as demais cultivares Grand Naine, Gross Michel, Pacovan, Prata Anã e Terrinha exportaram $36,6; 14,9; 55,5; 30,4$ e $38,8 \text{ g ha}^{-1}$, respectivamente.

A análise de regressão múltipla mostra que houve efeito das doses de fósforo relativa a quantidade de zinco exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ (Figura 29). Pode-se observar, analisando a figura 29, que o aumento das quantidades de fósforo favorece o aumento da exportação de zinco pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

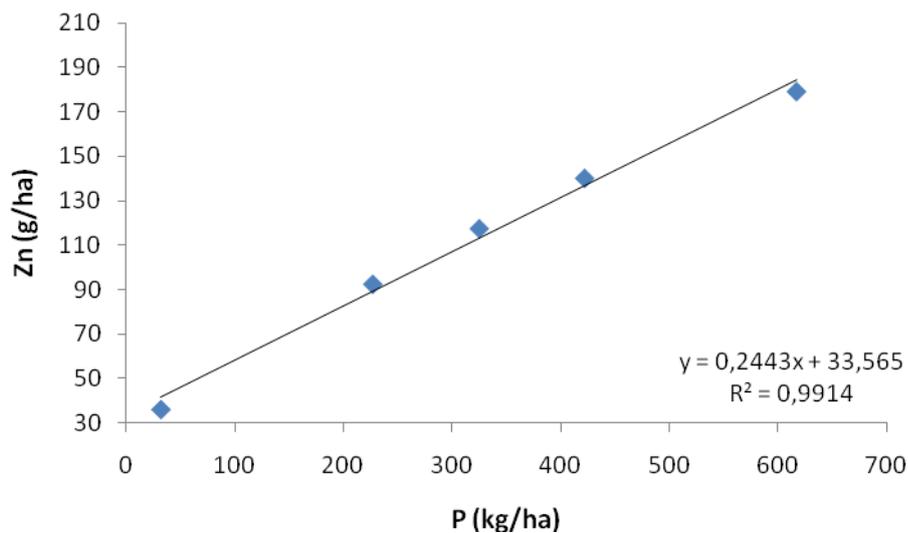


Figura 29 - Quantidade de zinco exportado pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ em função das doses de P_2O_5 , combinadas com 910 e 1070 $kg\ ha^{-1}$ de N e K_2O , respectivamente.

Analisando a superfície de resposta referente para a interação NK relativa a quantidade de zinco exportada pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’ pode-se observar que o aumento das doses de N e K_2O favorecem o aumento da exportação de zinco pelos frutos da bananeira ‘Pacovan Apodi’.

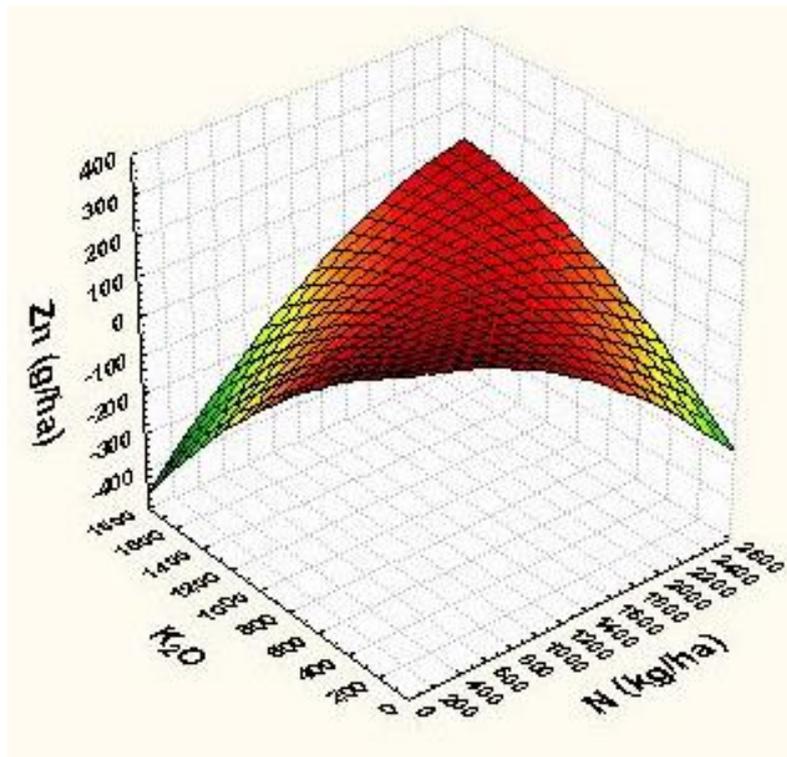


Figura 30 - Quantidade de cobre exportado pelos frutos da bananeira 'Pacovan Apodi' em função da interação das doses de N e K₂O, combinadas com 422 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

5. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos no experimento é possível afirmar que:

1. A combinação das doses de N, P₂O₅ e K₂O que proporcionou o melhor resultado de produção no segundo ciclo da bananeira ‘Pacovan Apodi’ foi de 910, 227 e 1070 kg ha⁻¹.
2. A maior produtividade da bananeira ‘Pacovan Apodi’ no segundo ciclo foi obtida com teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre de 27,19; 1,35; 47,61 e 1,26 g kg⁻¹, respectivamente.
3. A ordem decrescente de exportação de nutrientes foi de K > N > P > S > Fe > Mn > Zn > Cu no segundo ciclo de produção da ‘Pacovan Apodi’.

6. BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO, J. P. C. Crescimento e Marcha de Absorção de Nutrientes de Bananeira (*Musa* sp. AAA) 'Grande Naine' no primeiro ciclo de produção. São Paulo, 2008. 80f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, 2008.
- BORGES, A.L. Diagnose química foliar em bananeira. EMBRAPA, 2004.2p.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; ALVES, E. J. Exigências edafoclimáticas. In: CORDEIRO, Z. J. M. Banana. Produção: Aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 17-23.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. (org.). Banana produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 2000, p.47-59.
- BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z. J. M.; FRANCELLI, M.; SOUZA, L. da S.; SILVA, S. de O.; COELHO, E. F.; LIMA, M. B.; MEDINA, V. M.; RITZINGER, C. H. S. P.; FOLEGATTI, M. I. da S.; SOUZA, A. da S.; MESQUITA, A. L. M.; CARVALHO, J. E. B. de; TRINDADE, A. V.; ALMEIDA, C. O. de; MATOS, A. P. de; MEISSNER FILHO, P. E.; FREIRE, F. das C. O.; BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MOSCA, J. L.; CARVALHO, A. C. P. P. de. Cultivo da banana para o Agropólo Jaguaribe-Apodi, Ceará. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/Banana/BananaCeara/index.htm>>. Acesso: em 12.11.2010.
- BORGES, A. L. ; Interação entre nutrientes em bananeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica. Cruz das Almas, BA. 2004.
- BORGES, A.L.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A.F. de J.; BERNARDI, A. C. de C. Nutrição e adubação da bananeira irrigada. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Embrapa-CNPMF. Circular Técnica, 48).
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição, adubação e calagem. In: CORDEIRO, Z.J.M. (Ed.). Banana: produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa, 2000. p. 47-59.

- BUSQUET, R. N. B. Análise de Crescimento, Fenologia e Acumulação de Nutrientes de Quatro Genótipos de Bananeira no Estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil. 2006.
- COSTA, S. C. Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados por gotejamento na cultura da bananeira para a região da Chapada do Apodi/CE. Viçosa: UFV, 2009. 154p. (Tese de Doutorado).
- EMBRAPA. A cultura da banana. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 97p. (Coleção Plantar, 16).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2007. 306p.
- CAVALCANTE, Augusto Tiburcio; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto; CAVALCANTE, Uided Maaze Tiburcio. Interdependência na absorção e redistribuição de fósforo entre planta mãe e filha de bananeira. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 27, n. 2, Aug. 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000200017&lng=en&nrm=iso>. access on 16 Nov. 2009. doi: 10.1590/S0100-29452005000200017.
- DANTAS, J.L.L. & SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: Banana para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, FAO. Food Agriculture Organization: Faostat Database. Agricultural production; Banana Compendium. Disponível em:< <http://www.fao.org>> Acesso em 02.02.2009.
- FARIA, N.G. Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 1997. 66p. (Tese de Mestrado)
- HOFFMANN, R. B. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em cultivares de bananeira irrigada. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, 2008, 46p. (Dissertação de Mestrado).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>. Acesso em 08 de julho de 2010.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. jan. 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12.11.2008.
- IBGE. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=3&u11=1&u12=26674&u13=1&u14=1>>. Acesso em 15 jan. 2010.
- JUNIOR, D, E, R.; Adubação orgânica da bananeira ‘Prata Anã’ e experiências com outras cultivares nas ilhas Canárias. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2008, 94p. (Tese de Doutorado).

- KURIEN, S.; ANIL, B. K.; RAJEEVAN, P. K.; BHARATHAN, V.; KRISHNAN, S. Phosphorus mobilization to uneconomic tissues and effects of brunch trimming regimes in banana. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v 83, p. 25-32, 2000.
- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). *Banana and plantains*. London: Chapman & Hall, 1995. p.259-297.
- LEDO, A. da S.; JUNIOR, J. F. da S.; LEDO, C. A. da S.; de O. e. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo são Francisco, Sergipe. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticaval-SP, v. 25, n.12, p. 156-159, set 2008
- MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; CANCATUTTI, R. B.; VENEGAS, V. H.; COUTO, F. A. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas “Prata Anã” no Distrito Agroindustrial de Jaíba. *Rev. Bras de Fruticultura.*, 2: 319-322, 2003.
- MATTOS JÚNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ALVA, A.K. Nutrient content of biomass components of Hamlin Sweet orange trees. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.60, p.155-160, 2003.
- MALAVOLTA, E.; LEÃO, H.C.; OLIVEIRA, S.C.; LAVRES JUNIOR. J.; MORAES, M.F.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, M. Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar Natal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.28, p.506-511, 2006.
- MELO, F. de B, et al. Produção de Frutas de Bananeira Cultura Grand Nain Relacionada a Adubação Química. EMBRAPA. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento. Teresina - PI. 2004.
- MOREIRA, R. S. *Banana: Teoria e Prática de Cultivo*, 2 ed. São Paulo: Fundação Cargil, 1999. CD - ROM.
- MOREIRA, R. S. *Banana: Teoria e Prática de Cultivo*. Campinas. Fundação Cargill. 1987. 337p.
- NUNES, A. P. A. Crescimento e produção da bananeira em função das adubações com nitrogênio, fósforo e potássio. Fortaleza; Universidade Federal do Ceará, UFC, 2009. 51p. (Dissertação de Mestrado).
- PEREZ, L. H. *Banana: queda nas exportações brasileiras e variações de preços em 2007/08. Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 4, n. 9, mar. 2009. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: nov. 2008.
- PEREZ, L. H. *Banana: enchentes no Nordeste prejudicam exportações brasileiras em 2008. Análises e Indicadore do Agronegócio*, São Paulo, v. 3, n. 9, set. 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9541>>. Acesso em: nov.2009.
- PRADO, Renato de Mello. *Nutrição de Plantas*. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v. 1. 407 p.

- ROCHA, C. R. T. Produção da bananeira 'Pacovan' em função da fertilização com NPK. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, UFC, 2006. 46p. (Dissertação de Mestrado).
- RODRIGUES, M. G. V; SOUTO, R. F.; SILVA, S. de O. e. Avaliação de genótipo de bananeira sob irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP, v 28, n 3, p. 444-448, dez 2006.
- SAMSON, J. A. Tropical fruits. Harlow/Essex/England: Longman Scientific & Technical, 1986. 335p.
- SILVA, S. de O. e; FLORES, J. C. O.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.1567-1574, 2007.
- SILVA, L. B. e.; NASCIMENTO, J. L. do.; NAVES, R. V.; FERREIRA, P. H. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. Pesquisa Agropecuária Tropical, ed. 34, v. 2, 93-98 p. 2004.
- SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção na bananeira cultivar Prata anã. Rev. Bras. Frutic., 25: 152-2-155. 2003
- SOUZA, A. C. D. Avaliação de variabilidade genética em Musa spp. utilizando marcadores microssatélites. Tese (Doutorado), ESALQ (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz") São Paulo, Brasil. 2002.
- SOARES, Frederico Antonio Loureiro et al . Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". Cienc. Rural, Santa Maria, v. 38, n. 7, Oct. 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782008000700042&lng=en&nrm=iso>. access on 11 Feb. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782008000700042
- TEIXEIRA, Luiz Antonio Junqueira; RAIJ, Bernardo Van; BETTIOL NETO, José Emílio. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 30, n. 2, June 2008. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452008000200047&lng=en&nrm=iso>. acessado em 05 Feb. 2010. doi: 10.1590/S0100-29452008000200047.
- TEIXEIRA, Wilson; MOTTA, Cristina; FAIRCHILD, Thomas; TAIOLI, Fabio, Decifrando a Terra. Editora USP e oficina de textos. São paulo, 2007.
- THEODDORO, F.; EUCLYDES, R. F. Manual de uso provisório. SAEG 8.0, fundação: Arthur Bernardes, Viçosa 1999, 141p.

TURNER, D.W.; BARKUS, B. Yield, chemical composition, growth and maturity of 'Williams' banana fruit in relation to supply of potassium, magnesium and manganese. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.16, p.239-252, 1982.

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. A. T.; SILVA, I. M. N.; SOARES, I.; CISÓSTOMO, L. A. Adubação Nitrogenada e Potássica em Bananeira 'Pacovan' (musa AAB, subgrupo prata) na chapada do apodi, estado do ceará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - São Paulo, V. 28, n. 1, p. 154-157, Abril 2006.

WEERASINGHE, P.; PREMALAL, N. H. R. Influence of potassium fertilization on growth and yield of embul banana (musa spp. AAB group) Grown in rhodudalfts under irrigated conditions. *Annals of the Sri Lanka Departamento of Agriculture*. Sri Lanka. V. 4, p. 109-117, 2002.