

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO COQUEIRO ANÃO EM FUNÇÃO DE
APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ**

Sammy Sidney Rocha Matias

**FORTALEZA – CEARÁ
Março de 2005**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO COQUEIRO ANÃO EM FUNÇÃO DE
APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO NA
REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ**

Sammy Sidney Rocha Matias

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós Graduação em Agronomia –
Área de Concentração em Solos e Nutrição de
Plantas, como requisito para a obtenção do
grau de Mestre.

ORIENTADOR: Boanerges Freire de Aquino, PhD

FORTALEZA – CEARÁ

Março de 2005

Este projeto foi submetido 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.

A citação de qualquer trecho deste projeto é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Sammy Sidney Rocha Matias

Dissertação aprovada em: 23 / 03 / 2005

Boanerges Freire de Aquino, PhD
(Orientador)

José de Arimatéia Duarte de Freitas, D. S.
(Co-orientador)

Fernando Felipe Ferreyra Hernandez D. S.
(Conselheiro)

Dedicatória

A Deus, por proteger-me em toda minha vida com a sua luz que ilumina os meus caminhos; aos meus pais José de Fátimo Matias e Zilneide Barros Matias, que sempre colocaram seus filhos como prioridade em suas vidas e a quem devo toda minha educação e formação pessoal; aos meus irmãos Neila Tanísia Rocha Matias e Rafael Rocha Matias pelo apoio que sempre me deram e, com toda certeza, poderei contar por toda minha vida.

Dedico

Agradecimentos

A Deus, por nunca me abandonar, sempre colaborando com sua ajuda espiritual nas vitórias que consegui em minha vida.

A Universidade Federal do Ceará – UFC, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade oferecida à realização do curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

A Embrapa Agroindústria Tropical em nome do Dr. José de Arimatéia Duarte de Freitas, por ter cedido toda sua estrutura física permitindo que fosse realizado este trabalho.

Ao Departamento de Estatística e Matemática Aplicada em nome da professora Silvia Maria de Freitas, pelo apoio dado na elaboração da estatística desse trabalho.

A Capes (Coordenadoria de Capacitação de Recursos Humanos) por ter cedido bolsa de estudo durante todo o processo de obtenção do título de mestre em solos e nutrição de plantas.

À Coordenação do Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

Aos funcionários do Departamento de Solos: Edílson, Vilene, Penha, Nauricio pela força e constante apoio.

Aos funcionários do laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical.

Ao professor Boanerges Freire de Aquino, pela sua paciência e credibilidade, dando uma grande contribuição para minha formação profissional.

Ao pesquisador José de Arimatéia Duarte de Freitas, por toda sua dedicação a esse trabalho, possibilitando que, eu conseguisse alcançar mais um degrau na minha vida profissional.

Ao professor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, por toda força dada nesse trabalho.

A todos os professores que contribuíram direta e indiretamente para minha formação profissional, tornando-me um Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

A Senhora Rita Granjeiro produtora, por ter cedido sua área de plantio de coco, para que fosse realizada essa pesquisa, proporcionando a minha formação como Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

Aos meus pais, José de Fátimo Matias e Zilneide Barros Matias, por terem investido e apoiado as minhas decisões e principalmente, por fazerem sacrifícios em prol de seus filhos, tornando-nos, acima de tudo, pessoas honestas e prontas para enfrentar as dificuldades que a vida impõe.

A Minha turma de Mestrado, Jamili Silva Fialho, Janaina, Joedna Silva Cruz, Joana, Jorge Luis Amaya, Noel Matos de Araújo Chaves, Wanderson Telles Lobo.

A Francisco das Chagas Junior e Thiago Escocio, Marjory Jaliana Jales Martins, pelo companheirismo e amizade durante o transcorrer do curso.

Em especial ao Pastor Hebet e Família, por ter me recebido em sua residência.

SUMARIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Descrição, Origem, Dispersão e Cultivo do Coqueiro.....	3
2.2. Variedades de Coco.....	4
2.2.1. Gigante.....	4
2.2.2. Híbridos.....	5
2.2.3. Anão.....	5
2.3. Solo.....	7
2.4. Irrigação.....	8
2.5. Análise do crescimento da cultura.....	9
2.6. Requerimento de Nutrientes.....	9
2.6.1. Nitrogênio.....	10
2.6.2. Potássio.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Localização do Experimento.....	15
3.2. Delineamento.....	17
3.3. Sistema de Irrigação.....	19
3.4. Variáveis Analisadas.....	19
3.5. Determinação dos Micro e Macronutrientes do Solo e das Folhas.....	20
3.6. Estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Análise do Crescimento e Produção do Coqueiro Anão.....	23
4.2. Teores de Nutrientes na Folha em Relação à Adubação NK.....	36
4.3. Atributos Químicos do Solo em Relação à Adubação com NK.....	40
5. CONCLUSÕES.....	45
6. LITERATURA CITADA.....	46
ANEXOS.....	53

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Atributos físicos e químicos do Neossolo Quartzarênico antes da instalação do experimento, em diferentes profundidades.....16
- Tabela 2: Níveis da matriz e doses de N e K₂O calculadas de acordo com a matriz experimental Plan Puebla III, modificada por Leite.....18
- Tabela 3: Característica e Crescimento do coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N K₂O. Dados coletados em dezembro – 2002.....25
- Tabela 4: Característica e Produção do coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses N K₂O. Dados coletados de janeiro a dezembro - 2003(média anual).....26
- Tabela 5: Resumo da análise estatística da superfície de resposta para as variáveis estudadas.....28
- Tabela 6: Teores de nutrientes nas folhas 4 de coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N K₂O. Folhas coletadas em agosto.....38
- Tabela 7: Teores de nutrientes nas folhas 9 de coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de quatro ano em função das doses de N K₂O. Folhas coletadas em agosto.....39
- Tabela 8: Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no terceiro ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.....41
- Tabela 9: Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no terceiro ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 20 – 40 cm.....42
- Tabela 10: Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no quarto ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.....43

Tabela 11: Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no quarto ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K ₂ O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.....	44
Tabela 1A: Temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e precipitação dos anos de 2002 a 2003, na fazenda passagem das pedras próximo ao Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba.....	54
Tabela 1B: Equações de regressão dos valores das características estudadas em função das doses de N e K aplicadas.....	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Superfície de resposta da altura (m) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.....30
- Figura 2: Superfície de resposta da Circunferência do coleto (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.....30
- Figura 3: Superfície de resposta do Número de folhas (nfo) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.....31
- Figura 4: Superfície de resposta do Número de folíolos na folha 3 (nfol) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.....31
- Figura 5: Superfície de resposta do Número de flores femininas (nff) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....32
- Figura 6: Superfície de resposta do Número de frutos (nf) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....32
- Figura 7: Superfície de resposta do Número de cachos (nc) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....33
- Figura 8: Superfície de resposta do Peso do fruto (g) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....33
- Figura 9: Superfície de resposta da Circunferência equatorial (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....34
- Figura 10: Superfície de resposta da Circunferência polar (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....34
- Figura 11: Superfície de resposta de Volume de água (ml) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....35
- Figura 12: Superfície de resposta do Sólido solúvel totais (°Brix) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.....35

RESUMO

O cultivo do coqueiro anão vem crescendo no Ceará em virtude da grande procura do produto pelas grandes indústrias. Os objetivos do presente estudo foram avaliar: a) os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre o crescimento e produção do coqueiro anão cultivado em solos arenosos da região litorânea do Ceará, b) determinar os níveis críticos desses nutrientes na folha da planta adulta e estabelecer as doses de N e K que propiciem a máxima eficiência de resposta para a cultura nas condições edafoclimáticas da região do Estado do Ceará. O trabalho foi conduzido em plantação comercial de coqueiro anão implantada pela Embrapa Agroindústria Tropical em área de produtor (Latitude 3° 17' Sul, Longitude 39° 15' Oeste e altitude de 30 metros), no período de dezembro de 2002 a dezembro de 2003, no município de Paracuru-CE, próximo ao Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba. A variedade estudada foi a anão verde do Jiqui. O solo da região é classificado como Neossolo Quartzarênico. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais, com 10 tratamentos, consistindo de cinco doses de nitrogênio e cinco de potássio combinadas, de acordo com modelo da matriz experimental *Plan Puebla III*. Foram feitas coletas de solo e das folhas 4 e 9, medições da altura, número de folhas, de folíolos na folha três, de frutos, de cachos, peso do fruto, volume de água do fruto, circunferências equatorial e polar e °Brix. Com base nos resultados obtidos pela superfície de resposta, foi possível determinar os pontos de máxima eficiência de resposta para algumas variáveis estudadas. A aplicação de nitrogênio e potássio no solo causou efeitos significativos nas características da planta e do solo estudados. A máxima eficiência de resposta para a altura, circunferência do coleto, números de folhas, de folíolos na folha 3, de flores femininas, de frutos, de cachos, em peso do fruto, as circunferências equatorial e polar, o volume de água do fruto e o °Brix, foi verificada no T4 (1260gN e 1680g K₂O/planta/ano e de 2100gN e 3500gK₂O/planta/ano, com três e quatro anos de idade respectivamente). As aplicações de N e K no solo elevaram significativamente para mais os teores de nitrogênio e potássio nas folhas e no solo.

ABSTRACT

The dwarfed coconut palm cropping is growing in the Ceará State, due to the great search of the product for the great industries. The objectives of the present study had been to evaluate: a) the effect of different rates of nitrogen and potassium, applied through fertigation, on both growth and production of the cropped dwarfed coconut palm in a sandy soil of the littoral region of the Ceará State, b) to determine the NK leaf (mature plants) critical levels and c) to establish the rates of NK required for the maximum efficiency of crop response under different climate and soil conditions of the region of the Ceará State. The experiment was conducted in a commercial plantation of the dwarfed coconut palm grown by the Embrapa Tropical Agroindústria inside a producer exploration area (Latitude 3° 17 ' South, Longitude 39° 15' West and altitude of 30 meters), in a period from December of 2002 to December of 2003, in Paracuru County (Ceará State) close to the Irrigated Perimeter Curu-Paraipaba. The coconut cultivar was the green dwarf of the Jiqui. The soil used in the study was classified as Neossolo Quartzarênico. The statistical design follows a entirely randomized blocks, with four replications, totalizing 40 experimental units, with 10 treatments which consisted of five rates of nitrogen and five of potassium, both combined, in accordance with the model of the experimental Plan Puebla III matrix. Soil samples were collected and also the crop 4th and 9th leaves; measurements of the height, number of leaves, leafcomposites of the 3rd in leaf, number of fruits, number of clusters, fruit weight, fruit water volume, measures of equatorial and polar circumferences and °Brix. On the basis of the obtained results, and observing surface equations, it was possible to determine the points of maximum response for some of the studied variables. The application of nitrogen and potassium in the soil caused significant effects on the characteristics of studied plant and soil variables. The maximum response for the height, for the circumference of the collect, for number of leaves, leafcomposites of the 3rd leaf, for the number of female flowers, for the number of fruit/plant, for the number of clusters, for the fruit weight, for the equatorial and polar circumferences, for the fruit water volume and for the °Brix, was of the T4 (1260g and 1680g/plant/year of N and K₂O and 2100g and 3500g/plant/year of N, and K₂O with three and four years old, respectively). The applications of N and K in the soil significantly raised the nitrogen and potassium levels in the leaves and in the soil.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é a cultura de maior importância socioeconômica das regiões intertropicais do globo, pelo seu múltiplo uso, permitindo o aproveitamento de todas as suas partes vegetativas, na forma de alimentos, combustíveis, manufaturados e como fonte de madeira. A cultura do coqueiro no Brasil representa importante fonte de renda para mais de 220 mil produtores, cujas propriedades apresentam área inferior a 10 ha, correspondendo a 85% dos estabelecimentos que exploram essa cultura, sendo que 90% encontra-se ao longo da faixa litorânea no Nordeste, localizada na grande maioria em área de baixada litorânea e tabuleiros costeiros, onde podemos encontrar as variedades, gigante e, em menor quantidade, a anão e híbridos, sendo cultivadas atualmente em 70%, 20% e 10%, respectivamente, das áreas plantadas (Censo Agropecuário, 1996). O Brasil é o único país do mundo onde o coqueiro não é cultivado para obtenção de óleo, sendo explorado basicamente o fruto, seja na forma in natura (água de coco), seco (uso culinário) ou pelas agroindústrias (polpa do fruto). O coqueiro brasileiro situa-se na sua maioria em solos da classe Neossolo Quartzarênico distrófico que possui grandes limitações relacionadas às propriedades físicas e químicas. É uma planta tropical de baixa altitude que se desenvolve bem em regiões com precipitação média anual em torno de 1.300 mm, temperatura média anual de 27°C, umidade relativa do ar entre 80 % e 90 % e luminosidade superior a 2.000 horas de luz/ano.

O coqueiro encontrou no litoral cearense condições de solo e de clima favoráveis ao seu desenvolvimento, possibilitando o cultivo de mais de uma variedade, sendo as mais comuns, na região litorânea do Ceará, os gigantes, híbridos e anões, tendo esta última um aumento significativo em relação à área ocupada comparada com as outras variedades, especialmente com o advento e auxílio da irrigação. A área plantada com coqueiro anão nessa região é estimada em 5.000 ha, localizada principalmente em solos arenosos e de baixa fertilidade natural (IBGE, 2000).

Segundo Lopes (1999), considerando as várias culturas exploradas no Ceará, o coqueiro ocupa a terceira maior área plantada com 42.430 ha, sendo sua área inferior apenas à do cajueiro, com 347.926 ha, e da bananeira, com 44.139 ha. Observando-se a evolução da área plantada com coqueiro no estado do Ceará, vê-se que em 1942 eram 929 ha, no final da década de 70 atingiu 21.000 ha, no ano de 1995 já eram 40.292 ha e no ano de 2001 foi de 38.144 ha (Cuenca e Costa, 2001). A expansão de novas áreas plantadas com coco no Estado do Ceará se dá principalmente com o incremento do coqueiro anão.

Para o coqueiro anão verde fertirrigado inexistem estudos sobre a relação entre os teores de N e K no solo e na folha que possam respaldar recomendações de adubação, em consequência disso, vêm-se desenvolvendo novas pesquisas com a cultura do coqueiro.

Os objetivos do presente estudo foram avaliar: (a) os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre o crescimento e produção do coqueiro anão cultivado em solos arenosos da região litorânea do Ceará, (b) determinar os níveis críticos desses nutrientes na folha da planta adulta e (c) estabelecer as doses de N e K que propiciem a máxima eficiência de resposta para a cultura nas condições edafoclimáticas da região do Estado do Ceará.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição, Origem, Dispersão e Cultivo do Coqueiro

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta arbórea, com caule ereto, sem ramificações e com folhas terminais. Pertence à família Palmae (Arecaceae), uma das mais importantes famílias da classe Monocotyledoneae, que possui mais de 200 gêneros com mais de 200 espécies, por ser monóica, produz flores unissexuadas em uma inflorescência ramificada, normalmente de 12 a 15 inflorescências por ano em intervalos de 24 a 30 dias. A flor masculina é composta de seis pequenas lâminas amarelas; as três externas são sépalas e as três internas, pétalas. No centro da flor, montadas em pequenos filamentos, estão seis anteras que, abertas, deixam escapar o pólen, elemento de fecundação das flores femininas para formação do fruto. Tanto a flores femininas como a masculina consta de uma espécie de botão, de coloração amarela-clara, de três brácteas duras, curtas, seis folíolos esbranquiçados e um tanto carnudo dos quais os três externos são as sépalas e os três internos são as pétalas. A folha do coqueiro é do tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, que se continua pela raque, onde se prendem numerosos folíolos, podendo a folha atingir até 6 metros de comprimento (Passos, 1998). O fruto é uma drupa formada por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o

interior uma camada muito dura, o endocarpo. A semente é constituída de uma camada fina de cor marrom, o tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido (carne) onde fica o embrião; a cavidade interna é preenchida pelo albúmen líquido (água do coco), (Passos *et al.*, 1997). O coqueiro possui sistema radicular fasciculado, com maior concentração nos primeiros 60 centímetros e raio de 150 centímetros. Seu caule é do tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente, não apresentando crescimento secundário.

O coqueiro é originário do Sudeste asiático, principalmente nas ilhas entre os Oceanos Índico e Pacífico. Desta região, foi levado para Índia e, em seguida, para o Leste africano, após o descobrimento do Cabo da Boa Esperança, foi introduzido no Oeste africano e daí para as Américas e toda região tropical do globo (Opeke, 1982).

No Brasil a cultura do coqueiro, variedade gigante, chegou possivelmente em 1553, oriunda da ilha de Cabo Verde, onde, por sua vez, foram originadas de plantações indianas, introduzidas na África. O coqueiro, variedade anã, foi introduzido no Brasil em 1921, procedente da Ásia, e sua entrada se deu, principalmente, pela precocidade na produção e facilidade de colheita dos frutos.

O coqueiro é cultivado em aproximadamente 90 países, sendo uma cultura típica de clima tropical. Atualmente os maiores produtores mundiais são: Filipinas, Indonésia e Índia (FAO, 1999). No Brasil a cultura se adaptou bem ao litoral brasileiro, sendo encontrada em áreas desde o Maranhão até o Espírito Santo (Camboim, 2002).

2.2. Variedades de Coco

2.2.1. Gigante

A variedade gigante ainda é bastante cultivada no Brasil, principalmente pelos pequenos produtores de coco. Representa atualmente mais ou menos 70% da exploração do coqueiro no país. É uma variedade rústica, de crescimento rápido e longa fase vegetativa, iniciando o seu florescimento entre 5 e 7 anos de idade, em condições ecológicas ideais, chegando a florescer, no entanto, até 10 anos após o plantio (Aragão *et al.*, 2002).

2.2.2. Híbridos

Os coqueiros híbridos são de grande importância, pois, sendo formados pela constituição genética de dois ou mais parentais, são mais variáveis e conseqüentemente apresentam maior estabilidade de produção em relação aos seus parentais, quando submetidos a diferentes ambientes ecológicos. Os híbridos iniciam a emissão de inflorescência com 3 a 4 anos de idade (Siqueira, 1998 & Aragão *et al.*, 2002).

2.2.3 Anão

A variedade anão originou-se provavelmente de uma mutação gênica da gigante (Santos *et al.*, 1996). É a variedade de coqueiro que atualmente está sendo mais utilizada comercialmente no Brasil para produção de água de coco, apesar de apresentar variabilidade genética, o que permite a sua utilização na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco in natura.

As principais características do coqueiro anão são: maior precocidade e produtividade e menor porte, apresentando grande importância na utilização em programas de melhoramento genético e na produção de adereços (Nuce de Lamothe & Rognon, 1977).

O coqueiro anão é uma planta autógama, ou seja, se reproduz predominantemente por auto-fecundação; apresenta desenvolvimento vegetativo lento, é precoce, iniciando a produção em média de 2 a 3 anos, chegando a atingir 10 m de altura, e tem vida útil em torno de 30 a 40 anos. Apresenta estipe delgado, folhas numerosas, porém curtas, e produz um grande número de pequenos frutos (150 a 200 frutos/planta/ano). É mais sensível ao ataque de pragas, como ácaro e doenças foliares. Em geral, apresenta maiores exigências de clima e solo que a variedade gigante (Siqueira, 1995 & Aragão *et al.*, 2002).

Em decorrência dessas características é que, nos últimos anos, está havendo uma grande expansão de plantios de coqueiros anões irrigados em todo o Brasil, o que vem demandando tecnologias capazes de viabilizar os investimentos efetuados. Dentre as tecnologias demandadas, a fertilização aparece com muita frequência, pois a produtividade esperada dos anões sob irrigação é acima de 200 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ demandando uma fertilização adequada às necessidades da cultura (Donald, 1997 & Aragão, 2000).

O coqueiro anão exige grande quantidade de água durante seu desenvolvimento vegetativo e na fase de produção de frutos, sendo assim, dificilmente encontrará água disponível em quantidades adequadas para atender a demanda evapotranspiratória em condições de cultivo de sequeiro (Sobral, 1997). O coqueiro anão é uma planta resistente que se adapta a vários tipos de solos, desde que não sejam extremamente arenosos ou argilosos ou que não tenham excesso de alumínio (Donald 1997).

Comparando o coqueiro anão em relação às variedades gigante e híbrido, podemos dizer que eles começam a produzir mais cedo, entre dois e três anos de plantio, sendo que, já adulto, cerca de sete anos, chega a produzir mais de 200 frutos por ano, se a cultura for bem conduzida. Em relação às suas flores, o coqueiro anão tem uma enorme vantagem, comparando-se ao gigante, por o mesmo possuir flores masculinas e femininas que amadurecem aproximadamente ao mesmo tempo, ocorrendo normalmente a auto-fecundação. No entanto, entre as cultivares do coqueiro anão, o nível de auto-fecundação é variável e ocorre de acordo com a cultivar considerada (Passos, 1998, Aragão, 2000).

O coqueiro anão está presente na maioria dos estados brasileiros, cobrindo áreas das regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, com condições favoráveis de clima e solo, não sendo registrado coqueirais comerciais no sul do País. Este crescimento ocorreu principalmente pelas condições favoráveis à cultura e em virtude do aumento da demanda pela água de coco, comercialmente conhecida como “água de coco”, para consumo “in natura” e uso na indústria de envasamento (Camboim, 2002).

Atualmente, há no Brasil 60 mil hectares implantados com a cultura do coqueiro anão irrigado, sendo o Espírito Santo o maior produtor com 14 mil hectares, seguido pelo Bahia com 12 mil hectares e, em terceiro, o Ceará, com 5 mil hectares. A expansão da cultura na região sudeste vem crescendo em média 10% ao ano e já apresenta a maior produtividade do País com 13 mil frutos/ha/ano (Carvalho *et al.*, 2001).

A variedade anão-verde do Jiqui é a menos homogêneo, mais tolerante às condições desfavoráveis do ambiente, e é a que mais se assemelha ao coqueiro gigante, além de apresentar a menor taxa de auto-fecundação, que é de 94,3% (Bourdeix, 1988). Em relação à biologia floral, difere dos demais anões, tendo em vista que a fase feminina é relativamente curta e apresenta simultaneidade parcial com as fases masculinas da mesma inflorescência. É o que se chama de autogamia preferencial (Ribeiro *et al.*, 1999). Embora o

anão-verde apresenta o maior peso de fruto, os pesos de noz, de albúmen sólido e o volume de água são menores que os dos demais componentes (Aragão *et al.*, 1997). Quando comparado aos demais anões, o anão-verde de 7 a 9 meses de idade apresenta maior teor de ferro na água (Tavares *et al.*, 1998).

2.3. Solo

Embora o coqueiro se desenvolva nos mais diferentes tipos de solo, essa planta adapta-se melhor a solos areno-argilosos profundos e bem drenados, com boa aeração. O coqueiro não tolera solos com impedimentos (físicos ou químicos) que dificultem o desenvolvimento de suas raízes até, pelo menos, 1 metro de profundidade. Sendo assim, solos que apresentam pedregosidade, plintita (concreções de ferro e alumínio) ou camadas compactadas ou impermeáveis que prejudiquem a aeração do solo ou a penetração das raízes, devem ser evitados. Em áreas onde há encharcamento por longos períodos, poderá haver prejuízo ao desenvolvimento do coqueiro, reduzindo a altura do estipe (tronco), o número e o tamanho das folhas e dos frutos. A água estagnada (parada) poderá, inclusive, levar a planta à morte, devido à falta de oxigenação (ar) das raízes. Se a água for corrente e existir uma camada de solo bem aerado de, pelo menos, 20 cm de profundidade, haverá possibilidade de desenvolvimento e produção regulares do coqueiro, embora haja maior risco de tombamento. Isto poderá ocorrer devido a uma expansão lateral das raízes, as quais não se aprofundarão (Sobral, 1994 & Holanda *et al.*, 2001).

O Neossolo Quartzarênico representa o principal tipo de solo plantado com a cultura do coqueiro no Brasil. Apresenta, como principais limitações, baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes, sendo impróprio para a maioria das culturas. A textura arenosa facilita o crescimento do sistema radicular da cultura do coqueiro, permitindo, conseqüentemente, um maior volume de exploração de nutrientes, possibilitando que a cultura, desenvolva bem nesses solos, se beneficiando dos nutrientes presentes no lençol freático que estão geralmente ao alcance das raízes na baixada litorânea onde, são encontrados, a maiorias desses solos (Silva *et al.*, 1979).

2.4. Irrigação

A água destaca-se entre os fatores que afetam o desenvolvimento vegetativo por entrar na sua constituição e ser o meio de difusão dos solutos nas células e solventes para a maioria das reações bioquímicas. Ainda funciona como regulador de temperatura e é básica na sustentação dos tecidos vegetais.

A irrigação, além de favorecer o desenvolvimento da planta, contribui para a precocidade de floração. O suprimento adequado de água à cultura promove aumento da produtividade e a produção de frutos durante o ano inteiro. A cultura do coqueiro adapta-se bem a diversos métodos de irrigação, principalmente a localizada (José *et al.*, 1999). Neste método, a água é aplicada em pequena intensidade e alta frequência para manter a umidade do solo, na região explorada pelas raízes, próxima à umidade de capacidade de campo, de modo que as perdas por percolação e por escoamento superficial sejam minimizadas.

A fertirrigação é a técnica que possibilita a aplicação simultânea de água e fertilizantes às culturas, utilizando um sistema de irrigação. Com esta técnica ocorre uma otimização do balanço nutricional da zona radicular pelo suprimento de nutrientes diretamente na sua porção mais eficiente.

Entre as vantagens da fertirrigação destacam-se: a) economia de adubos; b) aplicação no momento em que a planta necessita, pela possibilidade de fracionamento dos fertilizantes; c) economia de mão-de-obra, maquinaria e menor risco ao operador; d) distribuições uniforme dos fertilizantes, possibilitando que todas as plantas recebam as mesmas quantidades de nutrientes; e) redução da contaminação de fontes de água potável pela diminuição das quantidades de adubos aplicados (Haman *et al.*, 1990). As limitações da fertirrigação ou desvantagens são: a) entupimento do sistema de irrigação, sendo necessário um sistema de filtragem eficiente; b) acidificação do solo em decorrência de usos de fontes nitrogenadas; c) contaminação química do suprimento hídrico decorrente da falta de energia ou água (Santos *et al.*, 1997).

2.5. Análise do Crescimento da Cultura

Segundo Magalhães (1979), a análise de crescimento de planta consiste no método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, para se quantificar o desenvolvimento de um vegetal.

Para Benincasa (1988), a análise de crescimento vegetativo permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas. Possibilita também avaliar o crescimento total. São muitas vezes usadas para detectar diferenças entre os tratamentos estabelecidos.

De acordo com Ramos (2002), o crescimento de plantas, sob diferentes condições ambientais, pode ser mensurado de diversas maneiras: lineares, superficiais, peso e número de unidades estruturais. Entre as dimensões lineares é possível citar a altura da planta, comprimento de ramificações, diâmetro de caules, entre outras. O crescimento também pode ser acompanhado a partir de unidades estruturais morfológicas ou anatômicas, como ramificações, folhas, flores, frutos e raízes. Estas medidas podem fornecer informações importantes quanto à fenologia e são, muitas vezes, usadas para detectar diferenças dos efeitos de tratamentos (Benincasa, 1988).

De acordo com Clement & Bovi (2000), a altura e circunferência do coleto, são bastante utilizados em estudos de palmeiras, pois são medidas de natureza não destrutivas, facilmente obtidas, especialmente nos estágios iniciais de crescimento e, via de regra, estão altamente correlacionadas à produção.

2.6. Requerimento de Nutrientes

A quantidade de nutrientes extraída pelo coqueiro é elevada, pois a planta desenvolve-se continuamente com floração, frutificação e maturação dos frutos simultâneos, demandando, em consequência, adubações constantes (Ohler, 1984).

Segundo Pillai & Davis (1963), a remoção de N e K do solo pelo coqueiro gigante para o fruto é da ordem de 19,95 kg e 9,7 kg respectivamente, o estudo foi realizado tomando como base 70 plantas com produção anual de 40 frutos planta/ano.

Em trabalho mais recente, Ouriver (1984) determinou a remoção de nutrientes pelo híbrido PB-121, resultante do cruzamento Gigante Oeste Africano com Anão Amarelo da

Malásia (GOA x AAM); as quantidades de K e de N exportadas pelos frutos são 87,46 kg e 51,72 kg, respectivamente. O mesmo autor encontrou que o aumento das quantidades removidas está relacionado com a produtividade que neste caso variou de 119 a 130 frutos planta/ano.

O alto potencial de produtividade do coqueiro anão sob irrigação ocasionará exportações ainda maiores de N e K, além de maior imobilização nas folhas, estipe e inflorescência.

Sob forma muito limitada, a análise de solo tem sido usada para recomendar adubação para o coqueiro. As recomendações de adubação para o N são efetuadas com base em curvas de resposta e análise foliar. Quanto ao K, faltam dados de calibração de análise de solo que possam respaldar as referidas recomendações. A difusividade do K no solo, a concentração na solução e o poder-tampão do solo para K são os fatores mais importantes que controlam o transporte do K do solo para as raízes. Assim, tanto a massa quanto a morfologia radicular têm influência na quantidade de K absorvido (Mengel *et al.*, 1982). O grande volume de solo explorado pelas raízes de coqueiro torna a relação entre o teor do nutriente no solo e a produção muito específica para a referida planta (Sobral, 1997).

2.6.1. Nitrogênio

O nitrogênio é absorvido pelas plantas, preferencialmente, nas formas iônicas de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). O nitrogênio é utilizado na síntese de aminoácidos que compõem as proteínas, sendo também requerida para outros compostos, como a clorofila, ácidos nucléicos e enzimas. Em geral os aminoácidos não ocorrem na maioria dos solos em quantidades significativas. As culturas tradicionais, com algumas exceções como o arroz, absorve a maior parte do seu nitrogênio como nitrato.

O nitrogênio é vital para o crescimento vegetativo de palmeiras, uma vez que é largamente utilizado na síntese de proteínas e faz parte da estrutura da molécula de clorofila (Salisbury & Ross, 1991). Na ausência de adubação nitrogenada, a deficiência em nitrogênio é pronunciada. Com aplicação de nitrogênio, seus efeitos são significativos sobre o crescimento vegetativo de palmeiras (Rodrigues *et al.*, 1997).

Zamorra (1984), em ensaio sobre o nitrogênio, fósforo e potássio, em condições de campo, objetivando estabelecer a influência desses elementos na dinâmica nutricional da pupunheira, verificaram que o nitrogênio foi o elemento que mais influenciou as variáveis estudadas, portanto muito importante na produção de biomassa.

Gusman (1985), em experimento realizado na Costa Rica com a pupunheira, avaliou o efeito de quatro doses de nitrogênio sobre as características: peso médio do palmito bruto e líquido, rendimento bruto e número de palmito por ha/ano. Ademais, verificou que o aumento de nitrogênio influenciava positivamente as variáveis analisadas, até a dose de 367 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹.

Ao passo que Chepote *et al.* (1988) avaliaram o efeito da adubação mineral (NPK) nas fases de crescimento e produção do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), cultivado em latossolo vermelho-amarelo, na Bahia, a análise estatística mostrou efeito significativo dos tratamentos sobre a fase de crescimento e produtiva. As respostas mais expressivas foram às obtidas com a aplicação de 60 kg/ha, 60 kg/ha e 120 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Estudando a nutrição de plantas jovens de coco (*Cocos nucifera* L.) na Indonésia, Bonneau *et al.* (1993) observaram que o nitrogênio é um mineral essencial para o crescimento vegetativo do coqueiro, por estar relacionado com a biomassa aérea e a produção. Além do mais, apresentam resposta imediata à aplicação do mesmo. Segundo os mesmos autores, altas doses de uréia proporcionaram um aumento de 20% no perímetro do colo e 44% para emissão de folhas novas.

Secretaria & Maravilla (1997) estudaram os efeitos da adubação mineral e orgânica sobre altura, circunferência do coleto e número de folhas de coqueiros híbridos crescendo em solo arenoso nas Filipinas. Os mesmos autores verificaram que a aplicação de sulfato de amônio + KCL, durante os três primeiros anos, melhorou significativamente o crescimento vegetativo das plantas.

Já, em experimento realizado na Bahia, Chepote *et al.* (1998), avaliaram o efeito da adubação NPK nas fases de crescimento e produtividade do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em latossolo vermelho-amarelo. A adubação provocou aumentos significativos do perímetro na região do colo e na produtividade.

Ainda, Rodrigues *et al.* (1997), estudaram na região de Manaus, de 1984 a 1990, os efeitos das adubações N, P, K e Mg sobre o crescimento e a produção do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) sobre latossolo. Concluíram que as doses crescentes de fósforo melhoraram de maneira significativa a nutrição N – P, o desenvolvimento das palmeiras (até os seis anos) e sua produção (4 aos 7 anos) e que uma dose modesta de fósforo corrige rapidamente a deficiência em fósforo sem interferência no aproveitamento do K.

Segundo Clement & Bovi (2000), correlações positivas significativas foram encontradas entre algumas características vegetativas tais como, altura, circunferência do coleto, número de folhas e diâmetro do palmito em pesquisas realizadas anteriormente por Bovi *et al.* (1991). Todos esses autores afirmam que a análise de crescimento em pupunheira é altamente recomendada, pois, por meio dela, pode-se identificar e quantificar, com precisão adequada, respostas da planta aos tratamentos adotados.

Em experimento conduzido com pupunheira cultivada em solo aluvial álico em Ubatuba, SP, foram estudados os efeitos de quatro doses de nitrogênio, fósforo e potássio, aplicados em cobertura sobre algumas variáveis de crescimento. Verificou-se que o máximo crescimento foi obtido com doses anuais de 400 kg de N 0 kg de P₂O₅ e 200 kg de K₂O por hectare (Bovi *et al.*, 2002). Ainda, segundo Bovi (1998) e Bovi *et al.* (1998), o número de folhas é uma variável que reflete bem o efeito de estresse hídrico e adubação, com respostas significativas a níveis crescentes de nitrogênio e lâminas de irrigação.

De acordo com Sobral (1997), que estudou o estado nutricional dos coqueirais do nordeste do Brasil, coletando 208 amostras do sul da Bahia até o Ceará, em 86,5% das amostras coletadas, o teor de N na folha 14 foi menor que 18g kg⁻¹, considerado adequado.

Segundo Sobral (1994), a falta de N causa um amarelecimento gradual nas folhas do coqueiro e a diminuição do número de flores femininas. No estágio final, há um decréscimo de número e tamanho das folhas e estreitamento do estipe, causando o que se chama "ponta de lápis". As causas da deficiência de N são: baixa pluviosidade, condições de solo desfavoráveis a mineralização do N e a presença de ervas daninhas, devido à falta de coroamento e roçagem (Sobral, 1994).

2.6.2. Potássio

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural na planta regular. O potássio está envolvido também nos mecanismos de defesa das plantas a pragas e doenças. As plantas bem nutridas em potássio apresentam redução na incidência, severidade e danos causadas por insetos, fungos e geadas, em razão da maior retenção de água. A explicação seria que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos (Perrenoud, 1990). Outra explicação seria que plantas deficientes apresentam tecidos menos enrijecidos, como consequência da menor espessura da cutícula e da parede celular, menor formação de tecidos esclerenquimatosos, menor lignificação e suberização (Perrenoud, 1990). O acúmulo desses compostos altera o equilíbrio osmótico das células e sua concentração é aumentada nos exsudados liberados pelas plantas, favorecendo o desenvolvimento de pragas e doenças.

O potássio está envolvido na fotossíntese. Na carência de K, verifica-se redução na taxa fotossintética por unidade de área foliar, e também maior taxa de respiração. A combinação desses fatores pode reduzir as reservas de carboidratos da planta (Pretty, 1982). O potássio atua no metabolismo (ativação da sintetase do amido, sintetase fosfato sacarose e outras enzimas) e transporte de carboidratos (Marschner, 1995). Normalmente, plantas deficientes em potássio apresentam acúmulo de açúcares hexoses e decréscimo de carboidratos de maior cadeia como amido e sacarose nas folhas (Huber, 1985), como consequência da menor atividade da sintetase fosfato sacarose.

De acordo com Marschner (1995), a função do potássio é manter o pH alto nos tubos crivosos, facilitando, assim, o transporte da sacarose. Portanto, um suprimento adequado de potássio aumenta a síntese de carboidratos em razão da maior taxa fotossintética, bem como a eficiência de translocação desses compostos.

O potássio tem alta redistribuição nos tecidos, portanto os sintomas de carência surgem nas folhas mais velhas. No estágio inicial da deficiência, aparecem manchas cloróticas nos espaços entre as nervuras e espalhadas irregularmente por toda a superfície foliar. Silveira *et al.* (1996 e 1999), observou que, com a evolução dos sintomas de potássio, as manchas se unem formando faixas cloróticas ou avermelhadas nas margens das

folhas velhas, com posterior necrose dos tecidos. No estágio mais avançado, a presença de clorose e necrose ocorrem até nas folhas mais jovens, enquanto que as folhas velhas enrolam e secam. As plantas também podem apresentar aumento das brotações laterais com a paralisação do desenvolvimento vegetativo, conforme verificado por Rocha Filho *et al.* (1978). Sobral (1994), relata que os sintomas de deficiência de K em coqueiro caracterizam-se pelo aparecimento de manchas, cor de ferrugem nos dois lados do folíolo, também ocorrendo um pequeno amarelecimento dos folíolos, mais intenso na extremidade, evoluindo posteriormente para a necrose. Na planta, como um todo, a deficiência pode ser reconhecida pelo amarelecimento das folhas no meio da copa e o posterior secamento das folhas mais velhas. As folhas mais novas permanecem verdes (Manciot *et al.*, 1980). De acordo com Sobral (1994) o K é absorvido na forma iônica e tende a permanecer nesta mesma forma na planta. O potássio é requerido para os processos de abertura e fechamento dos estômatos. O potássio é exportado em grande quantidade pelos frutos. Segundo Sobral (1997), coqueiros de baixa produtividade, a análise foliar pode detectar altos valores de K, porém isto não significa boa nutrição em K e sim o acúmulo do nutriente, graças à baixa produtividade.

O cacho é à parte da planta mais afetada pela falta de K, reduzindo o número de frutos/cachos, e, principalmente, o tamanho do fruto. Este nutriente afeta também a qualidade do fruto, como os teores de açúcares solúveis totais e os não redutores. Vadivel & Shanmugavelu (1978) verificaram com o aumento do suprimento de K, maior relação açúcares/ácidos devido ao aumento da quantidade de açúcares e redução da acidez.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

O trabalho foi conduzido em plantação comercial de coqueiro anão implantada pela Embrapa Agroindústria Tropical em área de produtor (Latitude 3° 17' Sul, Longitude 39° 15' Oeste e altitude de 30 metros), no período de dezembro de 2002 a dezembro de 2003, no município de Paracuru, CE, próximo ao Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba.

O experimento foi formado por coqueiro da variedade anão verde do Jiqui, provenientes do banco de germoplasma da Estação de Jiqui, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, plantadas em janeiro de 2000, no espaçamento de 7,0 por 9,5 m, em retângulo, totalizando 342 plantas na área, das quais 102 serviram como bordaduras.

Antes da aplicação dos tratamentos de adubação, foram coletadas amostras de solo em toda área onde seria implantado o experimento nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para análise física, química do solo (Tabela 1), seguindo metodologia descrita por Silva (1999). O solo da área é de textura arenosa distrófica, profundo, classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 1999). A região apresenta um clima do tipo AW (Tropical Chuvoso) pela classificação de Koppen (Tubelis & Nascimento, 1980).

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do Neossolo Quartzarênico antes da instalação do experimento, em diferentes profundidades.

CARACTERÍSTICA	PROFUNDIDADE (cm)		
	0 – 20	20 - 40	40 – 60
Areia Grossa (g.kg ⁻¹)	726	759	752
Areia Fina (g.kg ⁻¹)	216	189	194
Silte (g.kg ⁻¹)	25	19	19
Argila (g.kg ⁻¹)	33	33	35
pH em CaCl ₂	5,3	5,1	4,9
M.O. (g.dm ⁻³)	6,04	2,74	1,37
P (mg.dm ⁻³)	5,97	5	4,27
K ⁺ (mmol _c .dm ⁻³)	0,7	0,75	0,7
Ca ²⁺ (mmol _c .dm ⁻³)	14,6	8,58	6,42
Mg ²⁺ (mmol _c .dm ⁻³)	1,97	1,41	1,61
CTC (mmol _c .dm ⁻³)	37,67	29,74	28,73
V (%)	60,18	56,29	51,27
Cu (mg.dm ⁻³)	0,13	0,11	0,18
Fe (mg.dm ⁻³)	13,22	14,04	22,28
Mn (mg.dm ⁻³)	4,22	2	1,88
Zn (mg.dm ⁻³)	1,63	0,53	0,82

3.2. Delineamento

Os tratamentos consistiram de cinco doses de nitrogênio combinadas com cinco doses de potássio (10 tratamentos), de acordo com modelo da matriz experimental Plan Puebla III modificado por Leite (1984), com o fatorial $2^k+2k+1+1$ (sendo k o número de fatores estudados), onde se definiu um intervalo para N (90 a 1710, 150 a 2850 g/planta/ano) e K_2O (120 a 2280, 250 a 4750 g/planta/ano), no terceiro e quarto ano de crescimento da cultura, sendo utilizado como base da obtenção das doses o T9, que consistia da dose mais recomendada para esta cultura (Tabela 2). O delineamento utilizado é o de blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

As doses de N e K foram divididas em parcelas iguais e distribuídas semanalmente via água de irrigação nas formas de uréia (45% de N) e cloreto de potássio (60% de KCl).

Foram aplicados, fósforo, enxofre, nas quantidades de 150 e 190 no terceiro ano e 220 e 250 no quarto ano do experimento respectivamente, como forma de complementação das doses de N e K_2O .

Tabela 02 – Níveis da matriz e doses de N e K₂O calculadas de acordo com a matriz experimental Plan Puebla III, modificada por Leite.

Tratamento	-----Níveis-----		-----Doses de N (g/planta/ano)-----				-----Doses de K ₂ O (g/planta/ano)-----			
	N	K ₂ O	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
T1	-0,4	-0,4	180	360	540	900	150	300	720	1500
T2	-0,4	0,4	180	360	540	900	350	700	1680	3500
T3	0,4	-0,4	420	840	1260	2100	150	300	720	1500
T4	0,4	0,4	420	840	1260	2100	350	700	1680	3500
T5	-0,9	-0,4	30	60	90	150	150	300	720	1500
T6	0,9	0,4	570	1143	1710	2850	350	700	1680	3500
T7	-0,4	-0,9	180	360	540	900	25	50	120	250
T8	0,4	0,9	420	840	1260	2100	475	950	2280	4750
T9	0	0	300	600	900	1500	250	500	1200	2500
T10	-0,9	-0,9	30	60	90	150	25	50	120	250

3.3. Sistema de Irrigação

A irrigação foi feita por microaspersão, com um emissor por planta, instalado a 20 cm do coqueiro, com vazão de 50 L/h e raio de alcance de 3 metros. As lâminas, o período de irrigação, foram calculadas levando-se em conta a porcentagem da evaporação do tanque classe A.

O monitoramento do conteúdo de água no solo foi processado mediante o uso de tensiômetros de mercúrio, instalados nas profundidades de 20, 40 e 60 cm, no centro do experimento. O controle da vazão e pressão de operação, feita a partir de válvulas volumétricas, de tal forma que possibilitou a adequação da água, mesmo após o desligamento sucessivo das que tinham lâminas de irrigação já aplicadas. A frequência da fertirrigação foi semanal. Para cada tratamento houve uma linha de distribuição de água, separado, com um ponto de injeção de fertilizantes no seu início. A injeção da solução fertilizante foi feita por uma bomba injetora de acionamento hidráulico com capacidade para 50 L/h (modelo TMB WP-10).

3.4. Variáveis Analisadas

Durante a condução do experimento foram avaliadas as seguintes características do coqueiro, com três anos de idade, altura da planta (alt), circunferência do coleto (cc), número de folhas (nfo), número de folíolos na folha 3 (nfol). Com quatro anos foram analisados, número de cachos por planta (ncp), número de frutos por planta (nfp), peso do fruto (pf), circunferência do fruto (C. equatorial e C. polar), volume de água do fruto (va), sólidos solúveis totais (°Brix). Todas estas variáveis foram analisadas com os seguintes critérios:

- a) Altura da planta: feita a partir da base da planta até a folha mais alta;
- b) Circunferência do coleto: efetuada a 5 cm do solo, com auxílio de uma fita métrica;
- c) Número de folhas: número de folhas verdes e adultas com mais de 50% da folha aberta;
- d) Número de folíolos na folha três: contagem de folíolos da folha 3, ou seja, a terceira folha completamente aberta a partir do ápice da planta;
- e) Número de cachos por planta: contagem de todos os cachos em início de produção;

- f) Número de frutos por planta: contagem de todos os frutos sadios coletados por cachos;
- g) Peso do fruto: escolha de três frutos aleatórios entre os coletados;
- h) Circunferências dos frutos: determinados nos frutos escolhidos aleatoriamente;
- i) Volume de água do fruto: retirada da água dos frutos escolhidos aleatoriamente.
- j) °Brix: retirada uma amostra de água dos frutos coletados aleatoriamente e verificada com o refratômetro.

3.5. Determinação dos Micro e Macronutrientes do Solo e das Folhas

Durante a condução do experimento foram coletadas amostras de solo na área de influência do microaspersor nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, posteriormente, as subamostras de cada profundidade foram homogeneizadas para fazer parte das respectivas amostras compostas.

Nas referidas amostras foram determinados o pH, teores de matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Na, H + Al, Mn, Zn, Cu e Fe, seguindo a metodologia indicada em IAC de Análise do Solo (Van Raij *et al.*, 2001), O P e o K foram extraídos pelo método da Resina. O P foi determinado pelo fotocolorímetro, o K e Na por espectrofotometria de emissão de chama. O Ca e o Mg foram extraídos com solução 1 N de KCl e determinados por espectrofotometria de absorção atômica o H + Al³⁺, extraído com acetato de cálcio a pH 7. O Mn, Zn, Fe e o Cu foram extraídos com solução de DTPA, pH 7,3 e determinados por absorção atômica.

A coleta de tecido para análise foliar foi realizada nas folhas indicadora. De cada planta foram coletados amostras de folhas. A amostragem seguiu os procedimentos descritos por Rognon (1984), que recomenda a coleta dos folíolos centrais da folha 4 para plantas de genótipos de híbridos com menos de 3 anos e da folha 9, para plantas com idade de 3-4 anos, em produção crescente.

A identificação destas folhas foi feita a partir da folha ainda fechada localizada no centro da copa chamada flecha, a folha 1, a partir daí, localizou-se as folhas 4 e 9 através de contagem; a folha 9, também foi identificada através da folha que apresenta a inflorescência (cacho) preste a abrir.

A coleta e preparo das amostras de tecido foliar foram realizados, retiraram-se amostras simples de todas as plantas, onde se retiraram três folíolos de cada lado da parte central da folha, evitando folíolos danificados por insetos ou de maneira mecânica. Da parte central de cada folíolo foram retirados dez centímetros do centro da folha. Foram formadas amostras compostas para cada tratamento, homogeneizando e colocando-se em um saco de papel. Por fim, foram identificados as amostras, com o número de cada tratamento, repetição e a idade das plantas. As amostras foram coletadas num período de estiagem entre 7 e 11 horas, no mês de agosto, evitando instabilidade na planta que pudesse levar a erros na diagnose foliar.

Nas amostras de tecido foliar foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Zn, Mn, Fe e Cu. O N foi analisado pelo método de Kjeldahl. Após digestão nitroperclórico, o P foi determinado pelo método calorimétrico do metavanadato, de acordo com metodologia indicada em Malavolta (1997). O K e o Na foram analisados por espectrofotometria de emissão de chama o Mg, Ca, Zn, Mn, Fe e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica. O enxofre foi determinado pelo método do sulfato de bário.

A análise foliar foi feita na mesma época da análise do solo, de forma a permitir uma melhor interpretação dos resultados e, conseqüentemente, uma adubação mais adequada.

3.6. Estatística

A análise da variância foi feita utilizando o programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com níveis de significância de 1% e 5%. As regressões foram obtidas com base no nível de significância.

A Superfície de Resposta foi obtida através do SAS (System Statistical Analyses), que utiliza uma coleção de técnicas matemáticas e estatísticas que são úteis para a modelagem e análise de problemas nos quais a variável resposta de interesse é influenciada por um conjunto de variáveis explanatórias, e se tem por objetivo à otimização desta variável resposta (Montgomery, 1991). Onde as mesmas serviram de ajuste entre as quantidades de fertilizantes aplicadas e as características estudadas.

O interesse é usar um modelo de regressão de segunda ordem do tipo:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i X_i + \sum_{i=1}^m \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon,$$

Sendo:

\hat{Y} : a variável resposta em estudo,

β_0 : o termo constante do modelo,

β_i : o termo linear associado à i-ésima variável explanatória,

β_{ii} : o termo quadrático associado à i-ésima variável explanatória,

β_{ij} : o termo do produto cruzado associado ao produto da i-ésima e j-ésima variáveis explanatórias,

ε : um erro associado ao componente aleatório.

O uso dos termos de segunda ordem e os termos dos produtos cruzados permite a possível existência de uma curvatura na superfície, admitindo assim a possibilidade da localização de um ponto ótimo (de máximo ou mínimo) dentro da região experimental em estudo. Na impossibilidade de existência de um ponto ótimo, muitas vezes nos deparamos com o chamado “ponto de sela” ou *saddle point*, identificando assim uma superfície com mudança de concavidade. Esta é uma característica de que, para a especificada região experimental, ainda não é possível se identificar um ponto ótimo de localização na superfície.

Equivalente aos modelos de regressão, o modelo é avaliado através da Análise de Variância, utilizando-se o teste F-Snedecor, e a significância dos termos do modelo polinomial é avaliada através do teste t-Student.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise do Crescimento e Produção do Coqueiro Anão

Conforme dados sumarizado na tabela 3, observa-se, que as doses de nitrogênio e potássio influenciaram significativamente as características analisadas, altura (alt), circunferência do coleto (cc), número de folhas (nfo), de folíolos na folha 3 (nfol), aos 36 meses após o plantio, pelo teste de Tukey a 5%. A altura obteve sua maior resposta no T3 (5,09 m). A circunferência do coleto teve seu maior valor no T1 (103,35 cm), este resultado é considerado médio em relação aos obtidos por Siqueira *et al.* (1995) que estudaram híbridos em São Cristóvão e Pirambu-SE, aos 39 meses, e encontraram circunferência do coleto de 147,4 cm para o PB-213, e de 107,9 cm para os PB-141 e PB-111.

Ferraz *et al.* (1987) estudando a circunferência do coleto de híbridos em Goiana - PE, aos 19 meses, encontraram 55 cm para o PB-122 e 66 cm para o PB-111. Ouriver (1984), em trabalho realizado na Costa do Marfim, com híbrido PB - 121 (AAM x GOA) aos 16 e 28 meses, constatou circunferências do coleto de 36 e 115 cm, respectivamente. Marcilio *et al.* (2001), trabalhando com híbridos AV e J x GBrRN em Poconé – MT, região não pantanosa em 26 meses, encontraram, circunferência do coleto no valor de 91,71 cm.

Apesar da circunferência do coleto ter ficado com valores médios, comparados aos obtidos pelos autores acima referidos, este mesmo resultado não se estende ao número de

folhas (nfo) nos tratamentos estudados, que em média foi de 22,91 (nfo) nos 36 meses (Tabela 3), sendo superior ao encontrado por Marcilio *et al.* (2001) para os híbridos AAG x GBrPF, AVG x GBrPF, AAG x GOA, AVG x GOA, AVeJ x GBrRN (12,52; 12,09; 11,43; 12,14; 13,02 nf respectivamente) aos 26 meses.

Santos *et al.* (1982), no segundo ano de observação em plantação de coqueiro com os híbridos PB-121 e PB-141, nas Filipinas, obtiveram os seguintes resultados para o número de folhas: 12,44 e 11,4 nfo/ano, respectivamente, indicando boa resposta, nas condições do experimento. Em relação ao número de folíolos na folha três (nfol), o maior resultado foi alcançado no T9 (178 nfol) aos 36 meses (Tabela 3), sendo considerado alto comparado com os valores encontrados por Marcilio *et al.* (2001) com híbrido AVeJ x GBrRN (137,95 nfol) e baixos em relação aos AVG x GBrPF, AAG x GOA, AVG x GOA, (164,74; 153,84; 160,75 nfol) aos 26 meses. Ferraz *et al.* (1987), estudando híbridos, encontraram, aos 19 meses, 112 folíolos para PB-111 e 98 para o PB-121 (98 nfol).

Com relação aos números de flores femininas (nff), de frutos (nf), de cachos (nc), peso do fruto (pf), circunferências equatorial (ce) e polar (cp), volume de água no fruto e °Brix (Tabela 4). Foi observado que os maiores resultados foram obtidos nos T9, T6, T8, (53,74 nff; 13,27 nf; 1,25 nc, respectivamente), conseguidos com as doses de NK que variaram entre 1500 a 2850g/planta/ano de N e 2500 a 4750g/planta/ano de K₂O, e os menores resultados no tratamento 5 (20,41 nff; 6,69 nf; 1,13 nc), sendo obtido com a dose 150g e 250g/planta/ano de N e K₂O, estes resultados são considerados ótimos quando comparados com os de Miranda *et al.* (1999) que encontraram valores de 1,35 (nc), 11,2 (nf). Nas outras variáveis analisadas, como peso do fruto, circunferências equatorial e polar e volume de água no fruto, os maiores resultados foram alcançados pelo tratamento 2 (2011,83g (pf); 49,19 cm (ce); 52,44 cm (cp); 459,37 ml (va)), correspondendo à dose NK (900g e 3500g/planta/ano de N e K₂O, respectivamente), sendo que o peso do fruto e volume de água no fruto foram considerados ótimo em relação aos obtidos por Miranda *et al.* (1999) com coqueiro anão verde do Jiqui (1880 g (pf); 351 ml). Rosa Junior *et al.* (2000) relataram que coqueiros em início de produção tem um volume de água no fruto em torno de 450 ml. No caso dos sólidos solúveis totais (°Brix), o maior resultado (Tabela 4), foi alcançado no T4 (6,05°), sendo este mesmo valor encontrado por Miranda *et al.* (1999) em coqueiro anão verde do Jiqui.

Tabela 03 – Característica e Crescimento do coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N K₂O. Dados coletados em dezembro - 2002.

TRATAMENTO	-----Doses-----		Altura (m)	Circunferência do coleteo (cm)	Número de folhas	Número de folíolos na folha 3
	N (g planta ⁻¹ ano ⁻¹)	K ₂ O				
T1	540	720	4,89ab	103,35a	23,47a	173,23ab
T2	540	1680	4,96ab	102,21ab	23,32a	174,71ab
T3	1260	720	5,09a	99,73abcd	23,43a	177a
T4	1260	1680	5ab	100,19abcd	23,44a	177,13a
T5	90	720	4,28d	97,7d	20,97c	170b
T6	1710	1680	4,97ab	101,84abc	22,82ab	177,14a
T7	540	120	4,82b	97,89cd	22,73ab	176,77a
T8	1260	2280	5,02ab	100,96abcd	23,8ab	177a
T9	900	1200	5,02ab	101,09abcd	23,24ab	178a
T10	90	120	4,52c	98,73bcd	21,86bc	170,72b
	Média		4,86	100,37	22,91	175,17
	CV(%)		4,9	4,8	7,7	3,7

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

Tabela 04 – Característica e Produção do coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses N K₂O. Dados coletados de janeiro a dezembro – 2003 (média anual).

TRAT	-----Doses-----		Número de flores femininas	Número de frutos	Número de cachos	Peso do fruto (g)	Circunferência equatorial no fruto (cm)	Circunferência polar no fruto (cm)	Volume de água (ml)	°BRIX
	N	K ₂ O								
	(g planta ⁻¹ ano ⁻¹)									
T1	900	1500	43,78a	11,84ab	1,22ab	1928,24ab	48,46ab	52,09ab	433,14ab	5,95ab
T2	900	3500	43,48ab	12,37abc	1,22ab	2011,83a	49,19a	52,44a	459,37a	5,79cd
T3	2100	1500	48,66a	12,58a	1,24ab	1883,07ab	47,83ab	51,36ab	412,58ab	6,01a
T4	2100	3500	46,21a	11,65ab	1,24ab	1835,53b	47,56b	50,92b	400,12b	6,05a
T5	150	1500	20,41c	6,69c	1,13b	1993,57ab	49,23ab	51,93ab	458,01a	5,74d
T6	2850	3500	49,55a	13,27a	1,27a	1962,69ab	48,58ab	52,06ab	428,69ab	5,91abcd
T7	900	250	43,81a	11,56ab	1,22ab	1969,50ab	48,72ab	51,92ab	442,75ab	5,93abcd
T8	2100	4750	48,36a	12,07ab	1,25ab	1897,41ab	48,19ab	51,43ab	424,70ab	5,93abc
T9	1500	2500	53,74a	12,96a	1,24ab	1868,23ab	47,96ab	51,13b	421,29ab	5,92abcd
T10	150	250	27,40bc	7,53bc	1,18ab	2008,97ab	49,02ab	52,06ab	459,17a	5,81bcd
	Média		42,54	11,26	1,23	1935,91	48,48	51,74	433,99	5,91
	CV(%)		14,8	17,5	28,3	3,7	1,5	1,2	5,3	11,3

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

Um resumo da análise estatística das superfícies de resposta está na tabela 5 para as variáveis estudadas. Pelos resultados apresentados nesta tabela é possível verificar que houve significância nos modelos lineares e quadráticos para altura (alt), números de cachos (nc), de folhas (nfo) e folíolos (nfol). Em relação às variáveis circunferência do coleto (cc), número de flores femininas (nff), circunferências equatorial (ce) e polar (cp), volume de água no fruto (va), apenas o modelo quadrático foi significativo, (ver tabela 5). As variáveis número de fruto (nf), peso do fruto (pf) e o °Brix foram significativos nos seguintes modelos: linear, produto cruzado e linear a 0,05% (Tabela 5).

As figuras 1, 3, 4, 7 demonstram claramente que ainda não foi possível identificar o ponto de descendência nas variáveis altura, número de cachos, folhas e folíolos no experimento. Neste caso, existe evidência significativa de uma pequena estabilidade na área experimental, cujo valor é de 5,06 m alt, 1,25 nc; 23,54 nfv e 177,31 nfol, mostrando que estas variáveis continuam em acedência.

A circunferência do coleto, o número de flores femininas, de frutos, peso do fruto e °Brix obtiveram o seu ponto de descendência em relação às doses em 102,12 cm (cc), 52,19 (nff), 14 (nf), 1.857,59g (pf) e 6,02 (°Brix), o mesmo não pode ser dito para as variáveis circunferências equatorial e polar e volume de água no fruto, que apenas atingiram seu valor de menor resposta no experimento, 47,81 cm (ce); 51,24 cm (cp); 409,90 ml (va). Os valores obtidos com as variáveis corresponderam as seguintes quantidades de nutrientes: N = 1005,07 (cc); 1.974,75 (nff); 2.210,86 (nf); 1.849,45 (pf); 1.195,18 (°Brix); 1.937,43 (ce); 1.905,96 (cp); 2.126,48 (va) kg/planta/ano, K₂O = 1530,96 (cc); 2.464,71 (nff); 370,16 (nf); 2.805,11 (pf); 2.481,84 (°Brix); 2.741,97 (ce); 2.965,26 (cp); 2.998,36 (va) kg/planta/ano, estes resultados podem ser visualizados nas figuras 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12.

Tabela 05 – Resumo da análise estatística da superfície de resposta para as variáveis estudadas.

<u>Altura (m)</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	p-valor
Linear	2	10.630251	85.49	<.0001(**)
Quadrático	2	5.156093	41.46	<.0001(**)
Produto Cruzado	1	0.091667	1.47	0.2258(ns)
Total Modelo	5	15.878010	51.07	<.0001(**)
<u>Circunferência do coleto</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	291.843725	5.88	0.0032(**)
Quadrático	2	144.575673	2.91	0.0562(*)
Produto Cruzado	1	13.060751	0.53	0.4690(ns)
Total Modelo	5	449.480150	3.62	0.0035(**)
<u>Número de folhas</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	89.884875	14.29	<.0001(**)
Quadrático	2	84.044768	13.36	<.0001(**)
Produto Cruzado	1	0.031431	0.01	0.9204(ns)
Total Modelo	5	173.961074	11.07	<.0001(**)
<u>Número de folíolos</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	1464.287241	17.33	<.0001(**)
Quadrático	2	431.117278	5.10	0.0067(**)
Produto Cruzado	1	0.881264	0.02	0.8853(ns)
Total Modelo	5	1896.285783	8.98	<.0001(**)
<u>Número de flores femininas</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	2514.787844	18.54	<.0001(**)
Quadrático	2	1041.217906	7.67	0.0018(**)
Produto Cruzado	1	34.249106	0.50	0.4822(ns)
Total Modelo	5	3590.254856	10.59	<.0001(**)
<u>Número de frutos</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	115.923073	8.80	0.0008(**)
Quadrático	2	38.603981	2.93	0.0669(*)
Produto Cruzado	1	0.006887	0.00	0.9744(ns)
Total Modelo	5	154.533941	4.69	0.0023(**)
<u>Número de cachos</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	0.058807	3.73	0.0344(*)
Quadrático	2	0.010023	0.64	0.5359(ns)
Produto Cruzado	1	0.002723	0.35	0.5607(ns)
Total Modelo	5	0.071554	1.81	0.1364(ns)
<u>Peso do fruto (g)</u>				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	60226	3.33	0.0480(*)
Quadrático	2	31367	1.73	0.1922(ns)
Produto Cruzado	1	31501	3.48	0.0708(***)
Total Modelo	5	123093	2.72	0.0359(*)

Continuação

Circunferência equatorial				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	6.900256	5.06	0.0119(*)
Quadrático	2	2.131516	1.56	0.2242(ns)
Produto Cruzado	1	2.010492	2.95	0.0951(ns)
Total Modelo	5	11.042264	3.24	0.0169(*)
Circunferência polar				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	2.311453	1.31	0.2833(ns)
Quadrático	2	0.997443	0.56	0.5736(ns)
Produto Cruzado	1	1.972174	2.23	0.1442(ns)
Total Modelo	5	5.281069	1.20	0.3316(ns)
Volume de água				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	10436	7.37	0.0022(**)
Quadrático	2	1765.448404	1.25	0.3003(**)
Produto Cruzado	1	1939.746028	2.74	0.1071(***)
Total Modelo	5	14141	3.99	0.0059(**)
°Brix				
Regressão	G.L.	Soma de Quadrados	F	P-valor
Linear	2	0.255453	9.33	0.0006(**)
Quadrático	2	0.081279	2.97	0.0647(*)
Produto Cruzado	1	0.041792	3.05	0.0896(ns)
Total Modelo	5	0.378524	5.53	0.0008(**)

Nota: (**) significativo a 1%, (*) significativo a 5%, (***) significativo a 10%, (ns) não significativo.

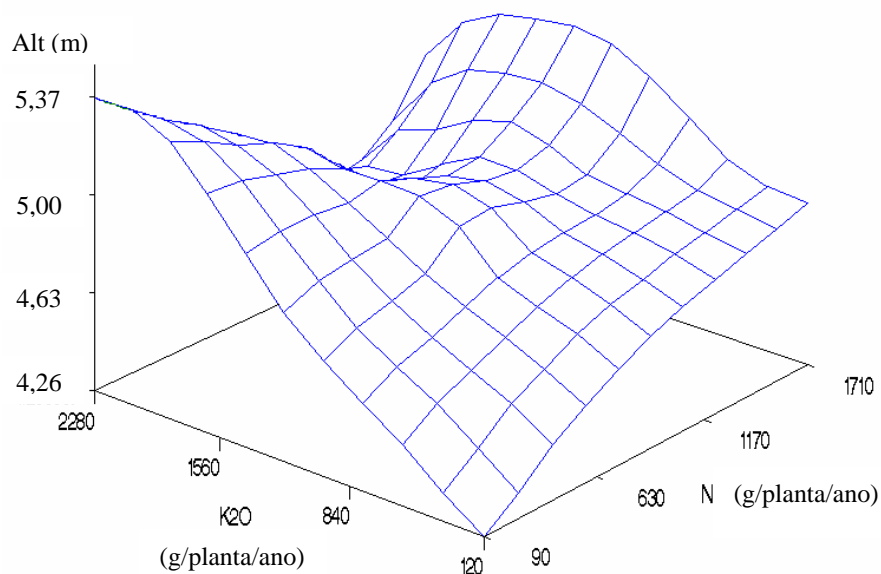


Figura 1. Superfície de resposta da altura (m) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.

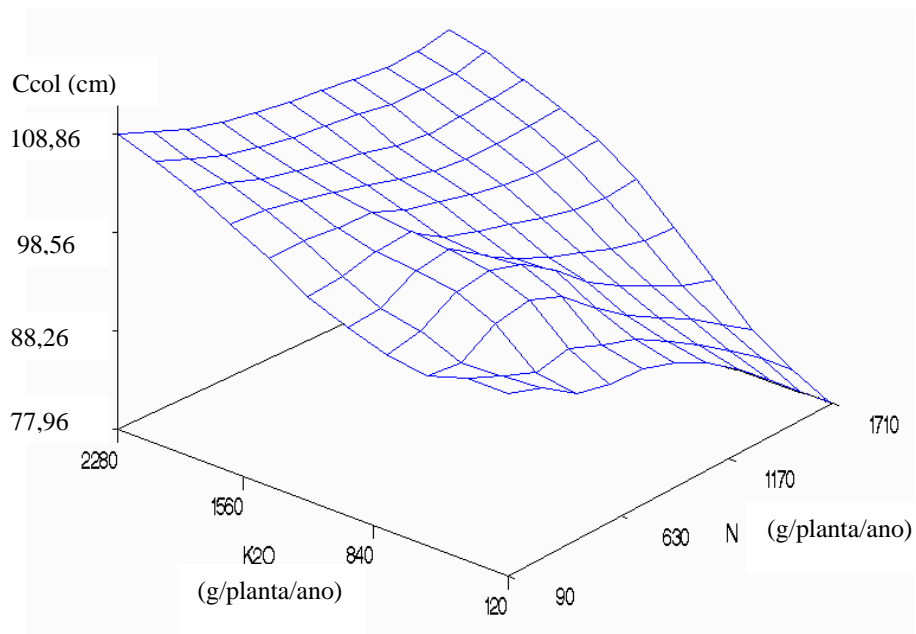


Figura 2. Superfície de resposta da Circunferência do coleto (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.

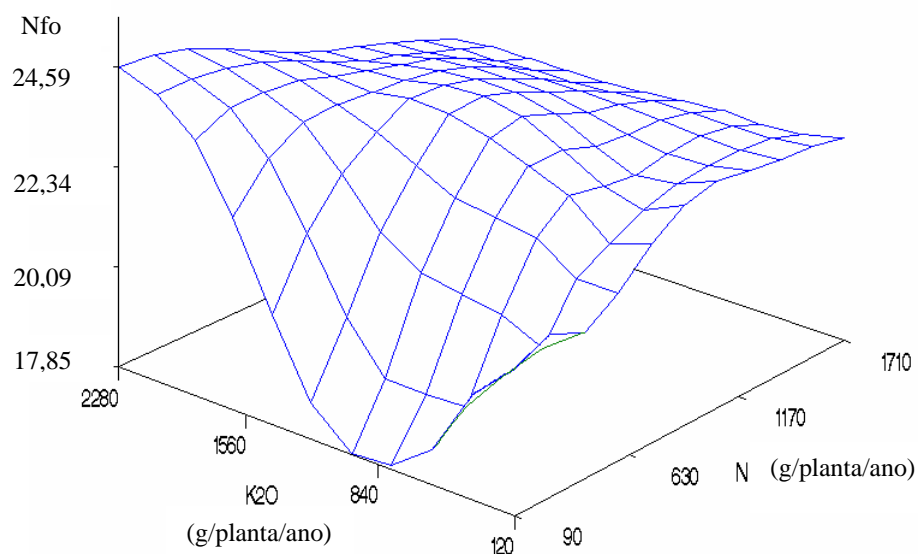


Figura 3. Superfície de resposta do Número de folhas (nfo) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.

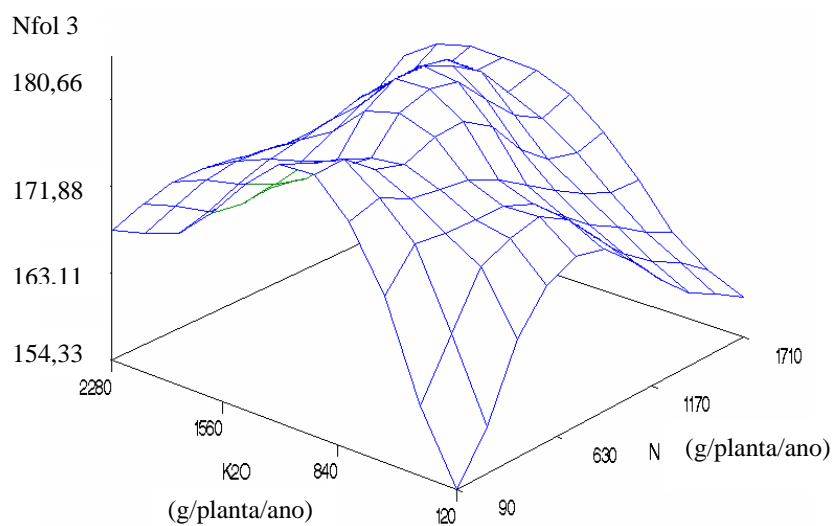


Figura 4. Superfície de resposta do Número de folíolos na folha 3 (nfol) do coqueiro CV. Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N e K₂O.

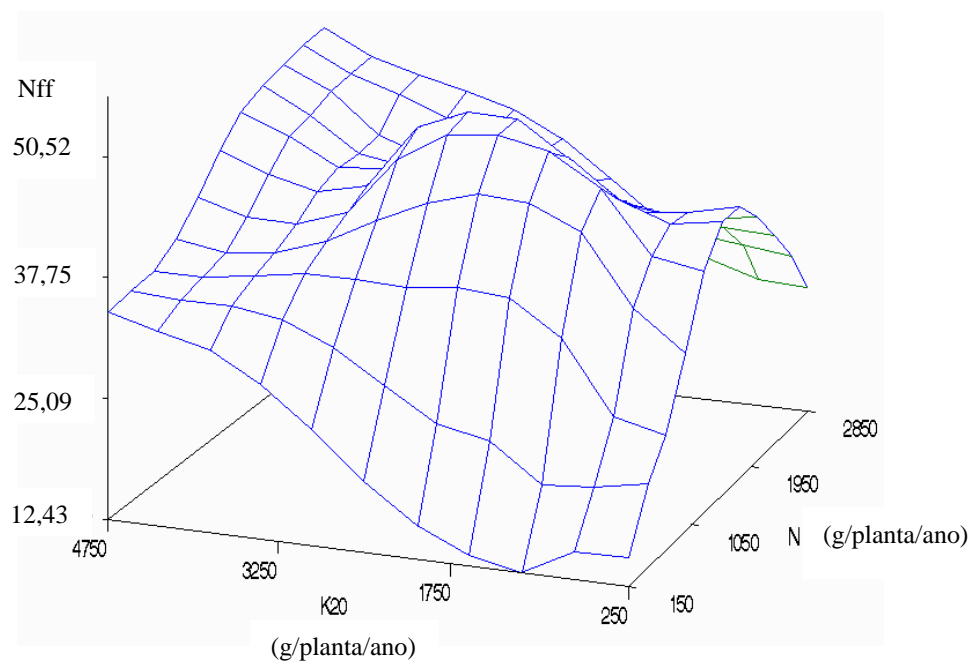


Figura 5. Superfície de resposta do Número de flores femininas (nff) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

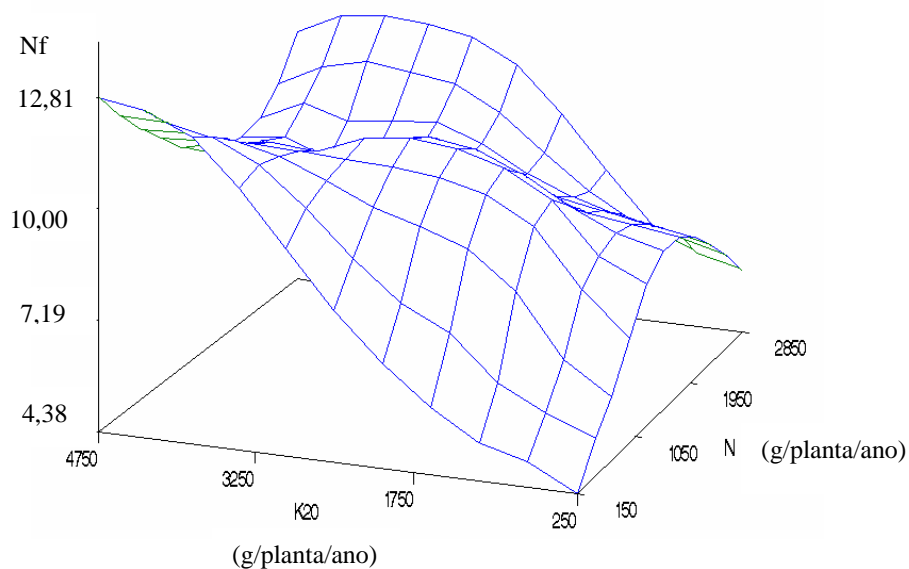


Figura 6. Superfície de resposta do Número de frutos (nf) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

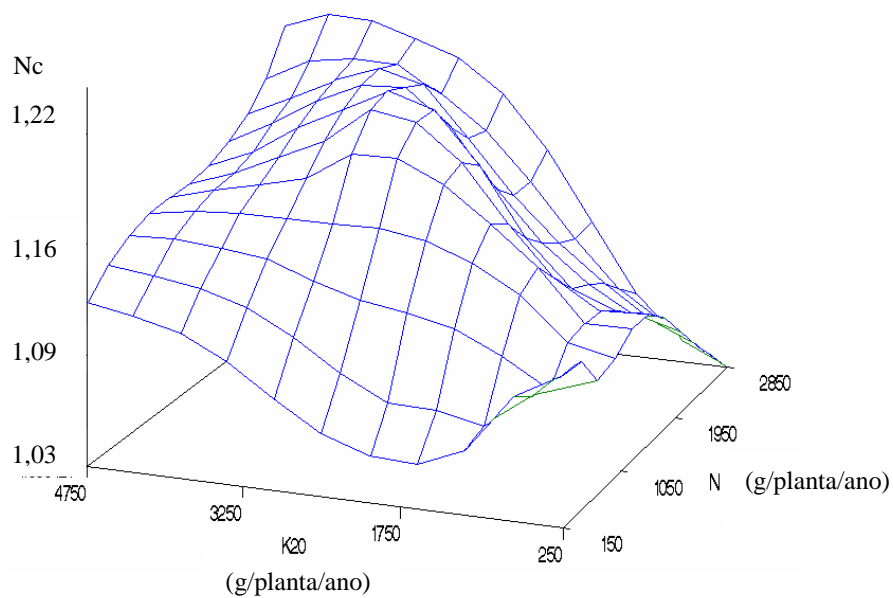


Figura 7. Superfície de resposta do Número de cachos (nc) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

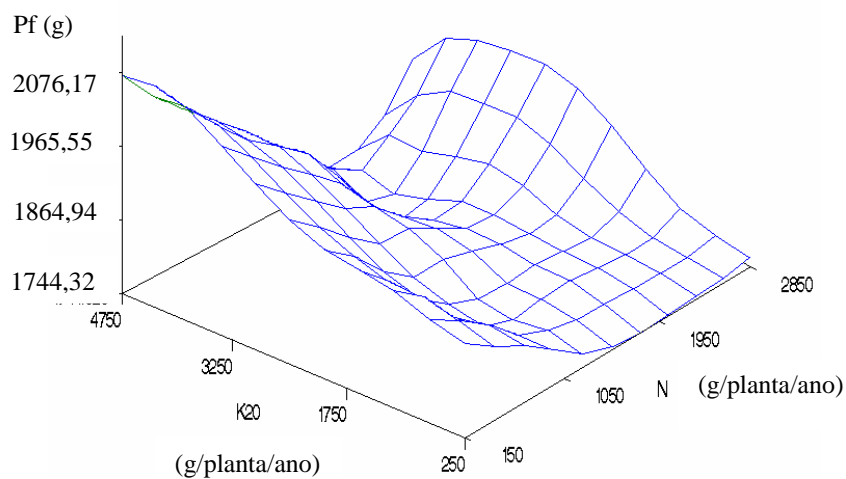


Figura 8. Superfície de resposta do Peso do fruto (g) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

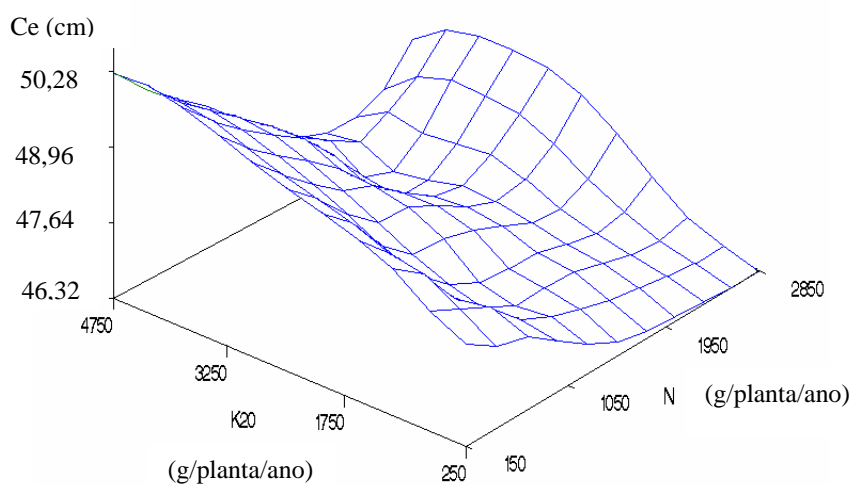


Figura 9. Superfície de resposta da Circunferência equatorial (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

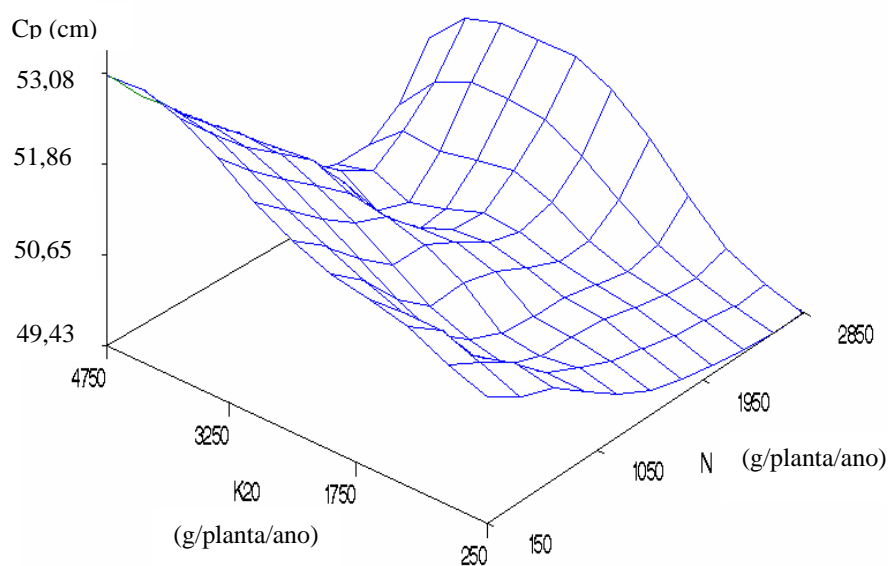


Figura 10. Superfície de resposta da Circunferência polar (cm) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K₂O.

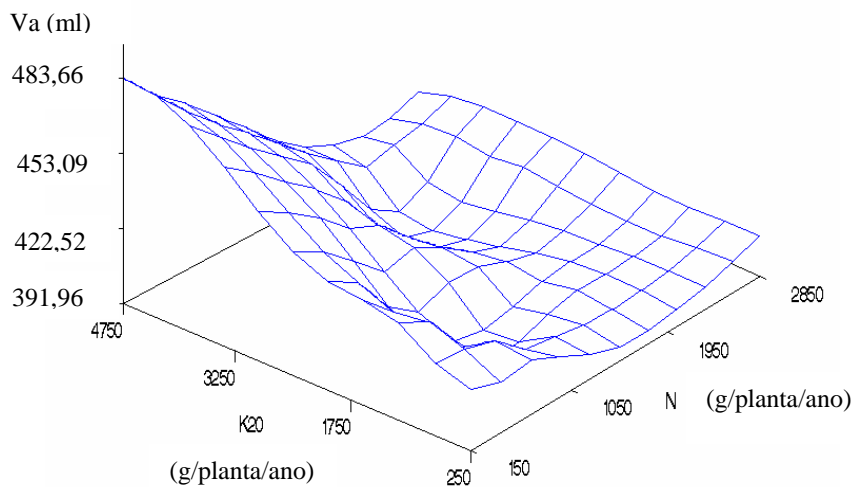


Figura 11. Superfície de resposta de Volume de água no fruto (ml) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K_2O .

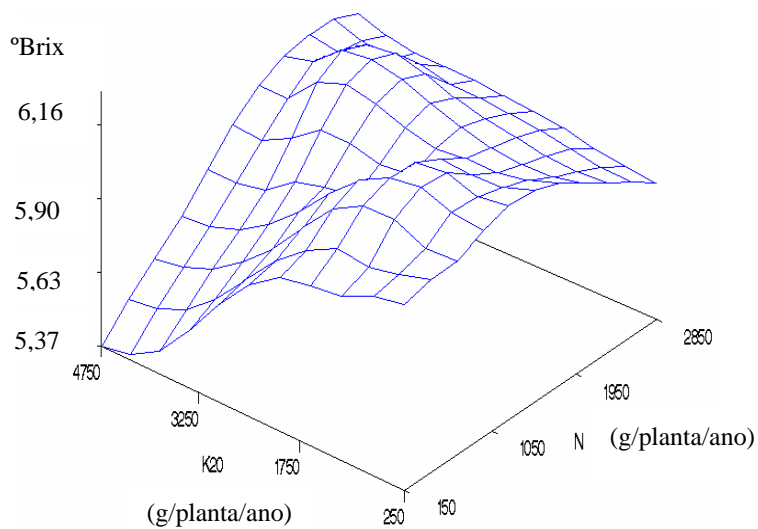


Figura 12. Superfície de resposta do sólido solúvel totais (°Brix) do coqueiro CV. Jiqui, de quatro anos de idade em função das doses de N e K_2O .

4.2. Teores de Nutrientes na Folha em relação à Adubação N K

Os teores de nitrogênio e potássio nas folhas 4 e 9 foram influenciado de acordo com as doses, porém com pequenas variações entre tratamento (Tabelas 6 e 7).

Em média, os teores de N nas folhas 4 e 9 dos tratamentos (Tabelas 6 e 7) estiveram dentro do adequado de acordo com Sobral (1997) e Texeira *et al.* (2003) que consideram valores ótimos em torno de 18 g kg⁻¹ a 22 g kg⁻¹, para todas as variedades de coqueiro. O teor de N foi maior nas folhas 4 em todos os tratamentos, indicando que houve mobilização de N das folhas mais velhas para as mais jovens. Broschat (1997) observou que, a partir da quarta folha do coqueiro, a concentração de N diminuiu proporcionalmente com a idade das folhas, atribuindo esta variação à mobilidade do elemento na planta. Estatisticamente houve diferença significativa dos tratamentos nas folhas 4.

Comparando-se os teores de K entre os tratamentos, observados nas folhas 4 (Tabela 6), percebe-se que os mesmos estão de acordo com os níveis críticos apresentados por Rognon (1984), que é 20 g kg⁻¹, definidos para híbridos, e superiores aos encontrados por Texeira *et al.* (2003) em coqueiro anão verde. Em quanto que nas folhas 9 os teores de potássio encontrado nos tratamento foram considerados inferiores aos níveis críticos descritos por Rognon (1984) (Tabelas 7). Este mesmo resultado foi obtido por Teixeira *et al.* (2003). Provavelmente isto ocorreu em virtude da intensa mobilização de potássio das folhas velhas para as novas. Os teores médios detectados nas folhas 9 são indícios de deficiência nutricional, entretanto as plantas não apresentaram sintomas de deficiência de K. A movimentação de K das folhas velhas para as mais novas é comum em várias espécies vegetais, sendo, geralmente, segundo Broschat (1997), da mesma ordem de grandeza da mobilização de N e menor do que a de P. Ollivier (1993) observou que os sintomas visuais de falta de K manifestam-se com teores foliares abaixo de 5 g kg⁻¹, quando as plantas já estão em processo severo de deficiência nutricional. Em todas as folhas analisadas, houve uma diferença significativa entre os tratamentos. A diferença dos teores de potássio nas folhas 4 e 9 nos tratamentos do coqueiro (Tabelas 6 e 7), é atribuído ao fato do coqueiro estar em início de produção no terceiro ano e em produção crescente no quarto ano.

A interação do potássio com a maioria dos macronutrientes e micronutrientes é bastante conhecida. Essas interações podem restringir ou aumentar a absorção, transporte e

utilização dos nutrientes. De acordo com Malavolta (1976), o antagonismo entre o K e o Ca é resultado de uma competição iônica na solução do solo. No entanto, o Ca, em baixa concentração, pode provocar um efeito estimulante na absorção de K. Porém, ao aumentar a concentração de Ca, o estímulo diminui até ocorrer antagonismo entre esses cátions, causando redução na absorção de K pelas plantas (Soares *et al.*, 1983). Da mesma forma, altas concentrações de K reduzem a absorção de Ca (Kurihara, 1991), este fato justifica o teor baixo no cálcio nas folhas 4 e alto nas folhas 9 dos tratamentos (Tabelas 6 e 7).

Em relação aos teores dos demais nutrientes nestas folhas, todos se apresentarão dentro dos valores críticos com pequenas variações entre tratamentos. Fósforo apresentou teores foliares adequados ($> 1,4 \text{ g kg}^{-1}$), indicando que a aplicação de P_2O_5 foi suficiente para atender às necessidades dos coqueiros, pois não foi detectada deficiência de fósforo na cultura. As diferenças entre as amostras das folhas 4 e 9 dos tratamentos diferem dos resultados encontrados por Broschat (1997), onde o autor diz que há uma mobilização deste nutriente das folhas velhas para novas. Os teores de cálcio encontrados nas folhas 4 e 9 indicam que a planta está suficientemente nutrida com este elemento, sendo superior ao nível crítico de $3,4 \text{ g kg}^{-1}$, apresentado por Sobral (1998). A maior concentração de Ca nas folhas 9 dos tratamentos é decorrente de sua baixa mobilidade na planta, o que concorda com as observações de Sobral (1998). Segundo Broschat (1997), tanto em coqueiros como em tamareiras, a concentração de Ca foliar decresce com a idade das folhas. Os teores de Mg nas folhas 4 e 9 dos tratamentos ficaram todos acima dos níveis críticos descritos por Sobral (1998), ($2,2$ e $2,4 \text{ g kg}^{-1}$) para gigantes e híbridos, respectivamente (Tabelas 6 e 7).

Os teores observados para todos os micronutrientes nas folhas 4 e 9 nos tratamentos estão dentro dos níveis críticos. O Cobre foi considerado ótimo segundo Rognon, (1984) (4 a 5 mg kg^{-1}). O Ferro encontra-se superior ao nível crítico encontrado por Sobral (1998) que é, de 40 mg kg^{-1} . Sua baixa mobilidade possibilitou que não houvesse mobilização de Fe das folhas velhas para as novas. O Manganês apresenta teores superiores ao nível crítico (100 mg kg^{-1}). A concentração de Zinco nas folhas ficou acima do nível crítico de 15 mg kg^{-1} , apresentado por Sobral (1998). A grande concentração de zinco nas folhas 9 é considerado normal, pois o mesmo tem baixa mobilidade nas plantas (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6 – Teores de nutrientes nas folhas 4 de coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de três anos de idade em função das doses de N K₂O. Folhas coletadas em agosto.

TRATAMENTO	-----Doses---		-----Atributos químicos-----										
	N	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g planta ⁻¹ ano ⁻¹)		-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
T1	540	720	21,11abc	1,17a	45abc	3,50	3,25	20,65abc	3,75ab	5,75a	52,5cd	156,50	21,25abc
T2	540	1680	22,09ab	1,21a	47,5abc	3,88	3,20	18,52bc	3,95a	4,5ab	56bcd	254,00	22ab
T3	1260	720	22,18ab	1,17a	39,37bc	3,65	3,50	22,4ab	4,5a	4,25ab	58,5bcd	250,00	23,75ab
T4	1260	1680	22,77a	1,33a	48,25abc	3,75	3,00	18,65bc	3,75ab	4,75ab	55bcd	282,75	24,75a
T5	90	720	18,18c	1,19a	51,75a	3,95	3,25	17,9c	4,00a	5ab	47,25d	149,75	21,5abc
T6	1710	1680	22,7a	1,26a	44,87abc	4,25	2,83	20,52abc	2,25c	3,12b	66ab	295,00	18,00cd
T7	540	120	22,05ab	1,38a	39,12c	4,25	3,25	21,4abc	2,5c	5ab	65abc	205,50	18,00cd
T8	1260	2280	21,61ab	1,4a	50,87ab	3,75	2,75	17,9c	2,75bc	3,95ab	66ab	313,50	16,5d
T9	900	1200	22,49a	1,20a	39c	4,00	3,25	19,15bc	2,5c	4,87ab	58bcd	192,25	20,25bcd
T10	90	120	19,05bc	1,40a	43,75abc	4,50	3,75	23,4 ^a	2,25c	4,45ab	76,75a	224,25	21,5abc
	Média		21,43	1,28	44,95	3,95*	3,20*	20,05	3,22	4,57	60,10	232,35*	20,75
	CV(%)		6,5	8,8	10,6	13,5	15,4	8,2	14,9	18,7	9,2	32,6	7,8

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; * – não significativo.

Tabela 7 – Teores de nutrientes nas folhas 9 de coqueiro anão, cultivar Anão Verde do Jiqui, de quatro ano em função das doses de N K₂O. Folhas coletadas em agosto.

TRATAMENTO	-----Doses---		-----Atributos químicos-----										
	N	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g planta ⁻¹ ano ⁻¹)		-----g kg ⁻¹ -----								-----mg kg ⁻¹ -----		
T1	900	1500	16,6	3,94 a	8,75bc	19,22ab	3,91a	4,25abcd	0,6	6,72ab	58,2	172,75c	48,98a
T2	900	3500	19,6	4,49a	11,3a	15,44abc	3,42a	3,75bcd	1,3	2,72b	100,7	236,15abc	21,13b
T3	2100	1500	18,7	4,25a	9,15b	16,74abc	3,68a	4,75a	1,1	6,2ab	75,7	325,8a	42,28ab
T4	2100	3500	19,2	4,04a	9,22b	16,07abc	3,5a	4,4abcd	1,0	5,72b	68,9	310,35abc	42,12ab
T5	150	1500	18,3	4,42a	9,6ab	17,91abc	3,87a	3,62d	0,8	6,05b	44,8	173,6bc	42,28ab
T6	2850	3500	17,9	4,04a	9,45b	15,29bc	3,32a	4,7ab	1,2	5,95b	96,9	317,37ab	34,70ab
T7	900	250	17,2	3,85a	6,97c	13,98c	3,88a	4,85a	1,5	4,37b	77,6	258,97abc	20,41ab
T8	2100	4750	17,9	3,95a	9,42b	19,51c	3,61a	3,67cd	1,3	6,3ab	55,3	252,85abc	44,06ab
T9	1500	2500	18,1	4,32a	9,2b	16,65abc	3,57a	4,15abcd	1,3	4,75b	38,9	297,4abc	49,04a
T10	150	250	15,5	4,31a	8,82b	16,49abc	4,10a	4,65abc	1,0	12,32a	40,8	168,12c	53,85a
	Média		17,89*	4,17	9,19	16,73	3,69	4,28	1,12*	6,11	65,77*	41,84	39,89
	CV(%)		17,4	7,2	8,1	10,2	8,9	9,5	37,6	41,6	39,6	23,6	25,9

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; * – não significativo.

4.3. Atributos Químicos do Solo em relação à Adubação com N e K

Os teores de nutrientes obtidos na análise de solo, nas profundidades de 0 - 20 e 20 - 40 cm, durante o período de amostragem do experimento no terceiro e quarto ano do estudo, estão descritos (Tabelas 8, 9, 10 e 11). Os nutrientes tiveram um aumento significativo em relação à análise feita antes da instalação do experimento. A matéria orgânica foi a que teve maior incremento, provavelmente isto ocorreu graças a uma pequena incorporação feita no período em estudo. Observou-se também que os teores de potássio aumentaram de acordo com o aumento das doses aplicadas. As amostras de solo coletadas nos tratamentos, nas profundidades de 0-20, 20-40, apresentaram teores de K trocável médio, segundo os limites de interpretação sugeridos por Raij *et al.* (1996), com diferenças significativas entre os tratamentos. Estes resultados sugerem que o coqueiro é muito exigente em potássio. Outras culturas exigentes em K, como bananeira, causam significativa redução no teor de K trocável do solo, como descrito por Teixeira *et al.* (2001).

A concentração de P disponível no solo, foi baixa no terceiro ano do cultivo e média no quarto ano (Raij *et al.*, 1996). Estes valores parecem ser suficientes para suprir as necessidades da cultura, considerada como pouco exigente em fósforo (Khan, 1985). Os teores de cálcio e magnésio no solo em todas as camadas e tratamentos foram classificados como altos e médios (Raij *et al.*, 1996). Entretanto, os teores de Cu foram classificados como baixo ($0,3 \text{ mg kg}^{-1}$), o Fe alto (12 mg kg^{-1}), Mn médio a altos ($1 \text{ a } 8 \text{ mg kg}^{-1}$) e o Zn como alto (3 mg kg^{-1}) (Raij *et al.*, 1996). Todos estes nutrientes tiveram uma diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, com exceção do Cu e Zn, sugerindo influência das doses aplicadas nos demais elementos (Tabelas 8, 9, 10, 11).

No que se refere ao pH, não houve diferença com relação à análise feita antes da implantação do experimento, entretanto ocorreu uma variação estatisticamente significativa nos tratamentos (3,8 a 5 e de 4,4 a 5,3) no terceiro e quarto ano do estudo, sendo estas variações atribuídas ao incremento do nitrogênio (nitrificação), bem como também a alta lixiviação do calcário aplicados no solo (Tabelas 8, 9, 10, 11).

Tabela 8 – Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no terceiro ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.

TRAT	-----Doses---			-----Atributos químicos-----										
	N (g planta ⁻¹ ano ⁻¹)	K ₂ O	MO g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg kg ⁻¹	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	H ⁺ + AL ³⁺	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺
						-----mmolc dm ⁻³ -----				-----mg kg ⁻¹ -----				
T1	540	720	11,75ab	4,62abc	8,75ab	1,62bc	22a	6ab	5,42bc	14,25bc	0,35	35,5bcd	10,87abc	7,28
T2	540	1680	11b	4,42bcd	6,25b	2,87b	19,25abc	5,25ab	4,72c	15abc	0,45	40ab	11,85ab	9,25
T3	1260	720	13,25ab	3,9de	8,5ab	1,83bc	12c	4ab	4,47c	16,75ab	0,27	47a	9,75abc	8,12
T4	1260	1680	16a	4,1cde	6,25b	2,45bc	14bc	3,75b	4,8c	18,5ab	0,66	43,75ab	13,95a	8,55
T5	90	720	11b	4,97ab	12,75a	2,37bc	19abc	5,5ab	5,77abc	11,75c	0,43	24,75d	5,22c	8,35
T6	1710	1680	11,75ab	3,85e	9ab	2,15bc	12,5abc	6,25ab	7a	17,75ab	0,36	43,25ab	8,32abc	7,27
T7	540	120	13,75ab	4,47abc	6,75b	1,4bc	19,25abc	5,75ab	5,82abc	15,75abc	0,46	28,5cd	10,87abc	8,65
T8	1260	2280	14,5ab	4,12cde	7b	2,72b	12,75bc	6,37a	6,4ab	18ab	0,40	38,5abc	11,87abc	8,37
T9	900	1200	16a	4,2cde	6b	4,5a	19,75ab	6,22ab	4,8c	19,25a	0,28	43,75ab	8,12abc	6,1
T10	90	120	14,25ab	5a	7,57ab	1,05c	22a	5,75ab	5,07bc	11,25c	0,35	28,5cd	6,4bc	8,55
	Média		13,33	4,36	7,88	2,30	17,25	5,49	11,57	15,83	0,40*	37,35	9,73	8,05*
	CV(%)		15,1	5,2	28,5	27,5	18,5	19,7	17,2	12,4	41,9	13,8	26,5	38,5

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; * – não significativo.

Tabela 9 – Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no terceiro ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 20 – 40 cm.

TRAT	-----Doses-----			-----Atributos químicos-----										
	N (g planta ⁻¹ ano ⁻¹)	K ₂ O	MO g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg kg ⁻¹	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	H + AL ³⁺	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺
							-----mmolc dm ⁻³ -----			-----mg kg ⁻¹ -----				
T1	540	720	9,00	4,55ab	8,75ab	1,2ab	17,5ab	4,5abc	5,2bcd	13bc	0,47	34,5bc	8,85	4,55
T2	540	1680	10,75	4,5ab	5b	2,35a	19,75ab	4,75abc	5,35bcd	13,5abc	0,43	32,75bc	9,43	6,35
T3	1260	720	9,50	3,95c	7b	1,32ab	12,25b	3,5bc	4,05d	17,25a	0,30	49,5a	8,95	4,20
T4	1260	1680	12,00	4,12bc	4,25b	1,95ab	14ab	3,5bc	5,1cd	15,75ab	0,53	45,25ab	8,55	5,65
T5	90	720	9,50	4,82a	6b	1,95ab	21a	3,25c	6,22abc	11,5c	0,28	25,75c	5,18	3,95
T6	1710	1680	9,25	3,9c	6,25b	1,7ab	13b	5,75ab	6,57ab	16ab	0,30	35,75bc	8,05	3,68
T7	540	120	12,50	4,6ab	5,75b	1,22ab	16,25ab	5,75ab	7,47a	13,75abc	0,38	31c	8,00	6,90
T8	1260	2280	13,25	4,22bc	5,12b	1,97ab	12,5b	5,75ab	6,5abc	16ab	0,50	37,43abc	7,93	5,80
T9	900	1200	13,00	4,27bc	6,25b	2,2a	15,5ab	6a	5,57bc	16ab	0,16	36,5bc	8,75	4,48
T10	90	120	12,00	4,85a	11,75a	0,82b	15ab	3c	5,37bcd	11,75c	0,28	29,25c	5,98	4,65
	Média		11,08*	4,38	6,61	1,67	15,68	4,58	5,74	14,45	0,36*	35,77	7,97*	5,02*
	CV(%)		25,3	4,9	28,3	28,3	20,2	20,7	10,1	11,3	62,8	14,5	24,6	41,7

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; * – não significativo.

Tabela 10 – Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no quarto ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.

TRAT	-----Doses---		-----Atributos químicos-----											
	N (g planta ⁻¹ ano ⁻¹)	K ₂ O	MO g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg kg ⁻¹	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	H ⁺ + AL ³⁺ -----mmolc dm ⁻³ -----	Cu ⁺⁺	Fé ⁺⁺ -----mg kg ⁻¹ -----	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺
T1	900	1500	17,55	5,02ab	22,75a	2,2ab	19ab	8,5ab	1,63	12,75a	0,50	42bcd	11,35ab	9,02abc
T2	900	3500	18,13	5,1ab	11,25bc	2,7a	20,25a	8,5ab	1,53	13,25a	0,45	40,5bcd	10,75ab	5,9bc
T3	2100	1500	15,90	4,25d	6,25c	1,8ab	7,25d	4,75b	1,58	14a	0,75	74,5a	7,95ab	5,87bc
T4	2100	3500	17,43	4,65bcd	20,75ab	2,2ab	11,75bcd	6,75ab	1,53	15a	0,55	57,25ab	12,72a	6,72abc
T5	150	1500	16,73	5,47a	12bc	2,12ab	17,75ab	10,75a	1,90	12,75a	0,70	29,5d	8,22ab	12,67a
T6	2850	3500	16,78	4,67bcd	12,75bc	2,02ab	14,25abcd	5,25b	1,70	12,50a	0,53	58,25ab	10ab	6,17bc
T7	900	250	14,48	4,9abc	11,75bc	1,55b	15,75abc	6b	1,68	12,25a	0,85	46,75bcd	9,2ab	11,85ab
T8	2100	4750	13,73	4,42cd	7,5c	2,35ab	8,25cd	5b	1,60	15a	0,63	56ab	10,3ab	7,05abc
T9	1500	2500	16,05	4,57bcd	6,5c	2,17ab	9cd	6,25ab	1,78	15a	0,25	53,25abc	10,5ab	5,15c
T10	150	250	14,30	5,3a	9,25c	1,45b	13,25abcd	8,25ab	1,80	12,75a	0,55	31cd	6,72b	5,8bc
	Média		16,11*	4,77	12,08	2,06	13,65	7,00	1,67*	13,52	0,58*	48,90	9,77	7,62
	CV(%)		22,7	5,0	32,7	20,3	25	26,9	14,7	13,5	54,3	19,7	23,3	33,0

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, * – não significativo.

Tabela 11 – Atributos químicos do Neossolo Quartzarênico da área experimental, no quarto ano de implantação da cultura do coqueiro, após as aplicações das doses N K₂O no solo, na profundidade de 0 – 20 cm.

TRAT	-----Doses---			-----Atributos químicos-----										
	N (g planta ⁻¹ ano ⁻¹)	K ₂ O	MO g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg kg ⁻¹	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	H ⁺ + AL ³⁺	Cu ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺
				-----mmolc dm ⁻³ -----					-----mg kg ⁻¹ -----					
T1	900	1500	15,65	5,07ab	16,37a	2,22ab	16ab	7,25	1,75	12,75a	0,68	38,5ab	11,10	7,83
T2	900	3500	15,03	4,97d	7,45b	2,92a	16,75a	6,25	1,70	12,75a	0,85	40,25ab	9,00	8,10
T3	2100	1500	14,75	4,27d	7,27b	1,85ab	5,4b	4,00	1,60	14,75a	0,53	46,05a	9,58	5,13
T4	2100	3500	12,65	4,75abcd	8,25b	1,57ab	11,5ab	5,13	1,65	14,75a	0,45	47a	11,48	4,55
T5	150	1500	16,03	5,25a	8,5b	2,17ab	15,5ab	7,50	1,75	12,25a	0,80	32b	8,18	8,48
T6	2850	3500	11,38	4,55bcd	12,25ab	1,52b	11,7ab	4,48	1,68	15a	0,53	44,67ab	8,03	4,70
T7	900	250	13,75	4,85abc	8,5b	1,2b	8ab	4,90	1,68	13a	0,78	41,5ab	8,73	5,13
T8	2100	4750	12,43	4,45cd	8,12b	1,92ab	10,25ab	4,60	1,80	14,75a	0,35	48,25a	13,95	4,45
T9	1500	2500	15,40	4,55bcd	11,75ab	1,95ab	9ab	5,25	1,83	14,25a	0,28	43,75ab	9,78	3,83
T10	150	250	16,40	5,2a	6,9b	1,42b	14ab	6,75	1,75	12,50a	0,90	37,5ab	8,18	9,63
Média			14,35*	4,79	9,54	1,88	11,81	5,61*	1,72*	13,65	0,61*	41,95	9,80*	6,18*
CV(%)			23,6	4,8	27,9	30,4	37,9	31,9	17,2	14,5	77,9	13,8	30,3	49,6

Médias seguidas de mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, * – não significativo.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente estudo, foram encontradas as seguintes conclusões:

a) A aplicação de nitrogênio e potássio no solo causou efeitos significativos nas características de planta e solo estudados.

b) A máxima eficiência de resposta para a circunferência do coleto, número de flores femininas, de frutos, peso do fruto, e o °Brix ficaram em torno do T4 (1260g e 1680g/planta/ano de N e K₂O e de 2100g e 3500g/planta/ano de N e K₂O com três e quatro anos de idade respectivamente).

c) As aplicações de N e K no solo elevaram significativamente para mais os teores de nitrogênio e potássio nas folhas e solo.

6. LITERATURA CITADA

- ARAGÃO, W. M. A importância do coqueiro-anão verde. Disponível em: <<http://www.embrapa.br:8080/aplic/rumos>>. Acessado em 12.08.2003.
- ARAGÃO, W. M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju-SE), 2002. p. 9-10. il. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M et al. **Melhoramento genético do coqueiro**. Aracaju-SE: Embrapa-CPATC, 1997. 17p.
- ARAGÃO, W. M. et al. **Coco: produção aspecto técnico**. Brasília: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros (Aracaju-SE), 2002. p 21-27. il. (Frutas do Brasil, 27).
- BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p. (Boletim Técnico, 467).
- BONNEAU, X. et al. Nutrition minerale des cocotier hybrides su tombe de la pépinière à l'entree em production. **Oleagineux**, v. 48. 1993. p. 9-26.
- BOURDEIX, R. Etude du déterninisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier Naim. **Oleagineux**, v. 43, n. 10, 1988. p. 371-374.
- BOVI, M. L. A. **Palmito pupunha: informações básicas para cultivo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 50p. (Boletim Técnico, 173).
- BOVI, M. L. A.; GODOY J. G.; SPIERING, S. H. Resposta de crescimento da pupunheira à adubação de NPK. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, jan/mar 2002, p. 161-166.

- BOVI, M. L. A.; BASSO, L. C.; TUCCI, M. L. S. Avaliação da atividade “um vitro” da fosfatase ácida em *Bactris gasipaes* cultivada em dois níveis de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, 1998, p. 427- 434.
- BOVI, M. L. A. et al. Caracteres indiretos na seleção de pupunheiras inermes (*Bactris gaspaes* H. B. K.) para palmito. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA y INDUSTRIALIZATION DEL PIJUAYO, 4., 1991. **Anais...**
- BROSCHAT, K. T. Nutrient ditribution, dynamics, and sampling in coconut and Canary date palms. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, New York, v. 122, n. 6, 1997, p. 884-890.
- CAMBOIM, L.; A Cultura do coqueiro anão. Disponível em: <<http://www.geocities.com/coqueiroverde/>>. Acesso em 12.08.2003.
- CARVALHO, J. M. M.; SOUZA, J. M. G.; EVANGELISTA, F. R. Coqueiro anão – expansão da área exige cautela: diagnóstico preliminar. In: SEMINÁRIO SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVA DO AGRONEGÓCIO DO COCO. Fortaleza, 2000. **Anais...**Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001, p 11-21.
- CENSO AGROPECUÁRIO 1996. Disponível em: <[http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 15.10.2004.
- CHEPOTE, R. E.; VALLE, R. R.; SANTANA, C. J. L. Resposta do dendezeiro à adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 12, 1988, p. 257-262.
- CINTRA, F. L. D.; PASSOS, E. E. M., LEAL, M. de L. da S. Avaliação da distribuição do sistema radicular de cultivares do coqueiro gigante. **Oleagineux**, v. 48, n. 11, 1993, p. 453 – 461.
- CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimento com pupunheira para palmito. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 3, 2000, p. 349-362.
- CUENCA, M. A. G.; COSTA, W. V. **Estatística da cocoicultura no Brasil - 1942/2001**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 67p.
- DONALD, E. Dicas de cultivo do coqueiro anão. Disponível em: <<http://www.estado.estadao.com.br/jornal/suplem/agri/97/09/24/agri671.html>> Acesso em 12.08.2003.
- EMBRAPA. **Sistema de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- FAO (Roma, Italia). Production yearbook 1999. Disponível em: <<http://apps.fao.org/>>. Acesso em 10.10.2004.

- FERRAZ, L. G. B.; PEDROSA, A. C.; MELO, G. S. de. **Avaliação do comportamento de coqueiro híbrido e cultivares nacionais**. Recife/PE: IPA, n.5, 1987. p.1-7. Pesquisa em andamento.
- GUSMAN, L. P. Nutricion y fertilizacion del pejibaye. **Informe Labores de diversificación Agrícola ASBANA**, n. 7, 1985, p. 41-46.
- HAMAN, D. Z., SMAJSTRLA, A. G., ZAZUETA, F. S. **Chemical injection methods for irrigation**. Gainesville: University of Florida/Florida Extension Service, (Circular 864), 1990. 21p.
- HOLANDA, J. S. de et al. **O cultivo do coqueiro**. 8ª Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria-Frutas. Fortaleza-CE. 2001. CD-ROM.
- HUBER, S.C. Role of potassium in photosynthesis and respiration. In: MUNSON, R.D. (Ed.). **Potassium in Agriculture**, Madison: ASA, CSSA and SSSA, 1985. p.369-391.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. 2000. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtabi>. Acesso em 07/08/2000.
- JOSÉ, A. R. S., NETTO, J. F. A., BOMFIM, M. P. Irrigação do Coqueiro. In: JOSÉ, A. R. S., SOUZA, I. V. B., MOURA, J. I. L. , REBOUÇAS, T. N. H. **Coco: produção e mercado**. Vitória da Conquista : DFZ/UESB, 1999. p. 110-113.
- KHAN, H. H.; BIDDAPPA, C. C.; JOSHI, O. P. A review of Indian work on phosphorus nutrition of coconut. **Journal of Plantation Crops**, Kasaragod, v.13, n.1, 1985, p.11-21.
- KURIHARA, C. H. Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K. 1991. 95 p. Dissertação (Mestrado).
- LEITE, R. A. Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo de equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois Latossolos de Minas Gerais. 1984. 87 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 87p.
- LOPES, J. G. V. A cultura do coqueiro no estado do Ceará. In: São José, A. R. et al. **Coco: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1999. p. 162-176.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1979. V.1, P. 331-350.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
- MANCIOT, R.; OLLAGNIER, M. & OCHS, R. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. **Oleagineux**, 1980, p. 3-55.
- MARCILIO, H. C. et al. Avaliação de caracteres vegetativos de híbridos de coqueiro (*cocos nucifera* L.) na região não pantanosa do município de Poconé, MT. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, 2001, p. 437-440.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 888p.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1982. 593p.
- MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, V. H. & MONTENEGRO, T. Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes frequências de irrigação. **Agrotropica**, v. 11, n. 2, 1999. p. 71-76.
- MONTGOMERY, D.C. **Designs and analysis of experiments**. 3rd ed. 1991. 649p.
- NUCE DE LAMOTHE, M.; ROGNON, F. Les cocotiers nains à Port – Bouët Nain Jaune Ghana, Nain Rouge Malais, Nain vert Guiné Equatoriale, Nain Rouge Cameroun. **Oleagineux**, v. 32, n.8/9, p. 367-373. 1977.
- OHLER, J.G. **Coconut, tree of life**. Roma: FAO, 1984. 446p.
- OLLIVIER, J. Potassium deficiency symptoms in coconut. **Oléagineux**, v. 48, 1993, p. 483-484.
- OPEKE, L. K. Tropical tree crops. **Chichester**: John Wiley, 1982. 312p.
- OURIVER, M. Exportation par la récolte du cocotier PB-121 em fonction de la fumure potassique et magnésienne. **Oleagineux**, 1984, v. 39, n. 5, p. 263-71.
- PASSOS, E. E. M.; CONCEIÇÃO, M. A. F., MAIA, J. D. G. **Germinação da semente e desenvolvimento da plântula de coqueiro no noroeste de São Paulo**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997. 5p. (Embrapa – CPATC. Comunicado Técnico, 12).
- PASSOS, E. E. M. Morfologia do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A., 2eds. **Cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA SPI, 1998, p. 57 - 64.
- PERRENOUD, S. **Potassium and Plant Health**. 2 ed. Berne, International Potash Institute, 1990. 363p.

- PRETTY, K.M. O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. (Eds.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA), 1982. p.177-194.
- PILLAI, N.G.; DAVIS, T. A. Exhaust of macro-micronutrients by the coconut palm: a preliminary study. **Indian Coconut J.**, v 16, n. 2, 1963. p. 81-7
- RAIJ, B. Van; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- RAMOS, A.; Análise do desenvolvimento vegetativo e produtividade da palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) sob níveis de irrigação e adubação nitrogenada. Piracicaba-SP, 2002, 113p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2002, 113p.
- RIBEIRO, F. E. et al. **O coqueiro anão no Brasil**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1999. (Embrapa-CPATC. Documentos, 8).
- ROCHA FILHO, J.V.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 35, n. 35, 1978, p.19-34.
- RODRIGUES, M. R. L.; MALAVOLTA, E. CHAILLARD, H. La fumure du palmier à huile em amazonie centrale bresilienne. **Plantations, Recherche, Developpment**, v. 4, 1997, p. 392-400.
- ROGNON, F. Cocotier. In: MARTIN-PRÉVEL, P., GAGNARD, J., GAUTIER, P. (Eds.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec&Doc, 1984. p.447-57.
- ROSA JUNIOR, C.D.R.M.; COSTA, F.F. da; SILVA FILHO, A. V. da. **Coqueiro: cultivo sob condições de irrigação**. 2. ed. Recife: SEBRAE/PE, 2000. 50p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.
- SANTOS, G.A et al.. Flowering and early yield performance of four IRHO coconuts hybrids in the Philippines. **Oléagineux**, Paris, v. 37, n.12, 1982, p. 571-580.
- SANTOS, G.; et al. **Manual on standardized research techniques in coconut breeding**. Roma: IPGRI, 1996. 45p.
- SANTOS, F. J. de S. et al.. **Irrigação localizada: microirrigação**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1997. 48p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 23).

- SECRETARIA, M. L.; MARAVILLA, J. N. Response of hybrid coconut palms to application of manures and fertilizers from field-planting to full-bearing stage. **Plantations, Recherche, Developpement**, v.4, 1997, p.126-138.
- SILVA, F. C. **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa, 1999.
- SILVA, F. B. R., MEDEIROS, L. A. R.; BARRETO, A. **Balanço de nutrientes em cultura do coco-da-Bahia no Estado de Sergipe**. Aracaju, 1979. 18p.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; et al. Sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva (compact disc). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. Solo-suelo 96: trabalhos. Piracicaba: SBCS/SLCS. 1996.
- SILVEIRA, R.L.V.A. et al. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações (compact disc). In: Simpósio Sobre Fertilização e Nutrição Florestal: Piracicaba, 1999. **Simpósio Sobre Fertilização e Nutrição Florestal 99**: trabalhos. Piracicaba: IPEF/ESALQ/USP.
- SIQUEIRA, L. A. de.; SIQUEIRA, E.R.; RIBEIRO, F.E. Comportamento de híbridos de coqueiro nordeste do Brasil. **Plantation Recherche Development**, Paris, v.2, n.1, 1995, 48-53.
- SIQUEIRA E. R., et al. Melhoramento genético do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A., 2^o eds. **Cultura do Coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA SPI, 1998, p. 73 - 80.
- SOARES, E.; LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 58, n. 4, dez. 1983, p. 315-330.
- SOBRAL, L.F.; LEAL, M. de L.S. Níveis críticos de N e Cl na folha do coqueiro. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro, 1997. CD-ROM.
- SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A., 1^oeds. **Cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA SPI, 1994. p. 156-162.
- SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A., 2^oeds. **Cultura do Coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA SPI, 1998. p. 129 157.

- TAVARES, M.; et al. Estudo da composição química da água de coco anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. v.2, p.1262-1265.
- TEIXEIRA, L. A. J.; SILVA, J. A. A. da. Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.2, Jaboticabal, 2003.
- TEIXEIRA, L.A.J.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, 2001, p.684-689.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. Meteorologia descritiva. São Paulo: Editora Nobel, 1980. 374p.
- VADIVEL, E.; SHANHUGAVELU, K. G. **Effect of increasing rates of potash on the quality of banana 'Robusta'**. Potash Review, 24: 1 – 4. 1978.
- VAN RAIJ, B.; DE ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. São Paulo, Campinas, 2001. 284p.
- ZAMORA, F. D.; FLORES, S. **Ensayo sobre niveles de fósforos em pejibaye para palmito**. ASBANA, v. 6, p. 62-65, 1985.

ANEXOS

Tabela 1A – Temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e precipitação dos anos de 2002 a 2003, na fazenda passagem das pedras próximo ao Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba

Mês	Tmax °C	Tmin °C	Umid %	Prec mm	Tmax °C	Tmin °C	Umid %	Prec mm
	-----2002-----				-----2003-----			
Janeiro	34,2	21,8	78	341,5	34,4	22	74	74,4
Fevereiro	34	22,4	72	58,2	32,6	21	81	417,8
Março	33,8	22	79	382,2	32	21	85	476
Abril	30	21,4	82	334,7	32,6	22	83	423
Maiο	32,4	20,2	76	163,7	34,8	22	79	286,5
Junho	32,2	21	75	152,7	32,4	20,2	73	102,3
Julho	32,4	20,2	70	75,1	33,6	20,2	64	9,7
Agosto	34,8	19,8	58	0	33,6	20,4	62	2
Setembro	33,8	20,2	59	2,4	33,8	21	59	0
Outubro	33,8	20,4	59	0	34	22	59	0
Novembro	33,4	22	60	14,8	34,6	21,4	61	2,9
Dezembro	34	22,4	62	8,6	33,8	23	63	3,8
Médias	34,33	21,4	69	1533,9	33,5	21,4	70	1798,4

Fonte: Embrapa Agroindústria Tropical.

CROQUI EXPERIMENTAL DA FAZENDA PASSAGEM DAS PEDRAS

c										a							Br-1	
18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	<u>BLOCO 01</u>
36	35	G	33	32	31	E	29	28	A	26	25	H	23	22	J	19		
54	53	B	51	50	49	F	47	46	I	44	43	C	41	40	D	37		
72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	
90	89	J	87	86	85	D	83	82	I	80	79	B	77	76	E	73	<u>BLOCO 02</u>	
108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92		91
126	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110		109
144	143	H	141	140	139	F	137	136	C	134	133	G	131	130	A	127		
162	161	A	159	158	157	I	155	154	G	152	151	D	149	148	B	145	<u>BLOCO 03</u>	
180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164		163
198	197	E	195	194	193	C	191	190	J	188	187	H	185	184	F	181		
216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	200		199
234	233	B	231	230	229	H	227	226	G	224	223	D	221	220	C	217	<u>BLOCO 04</u>	
252	251	250	249	248	247	246	245	244	243	242	241	240	239	238	237	236		235
270	269	E	267	266	265	J	263	262	I	260	259	A	257	256	F	253		
288	287	286	285	284	283	282	281	280	279	278	277	276	275	274	273	272		271
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	Br-2
54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	Br-3

Legenda: T1=A, T2=B, T3=C, T4=D, T5=E, T6=F, T7=G, T8=H, T9=I, T10=J.

Tabela 1B - Equações de regressão dos valores das características estudadas em função das doses de N e K aplicadas

Variáveis	Equações	Nível de Significância
Circunferência do coleto (cm)	$\hat{Y} = 96,9712 + 0,003774N + 0,004249K_2O - 0,00000324N^2 + 0,00000179N * K_2O - 0,000001975K_2O^2$	5%
Número de Flores Femininas	$\hat{Y} = 21,9267 + 0,0319N - 0,0009 K_2O - 0,000009416 N^2 + 0,000002147N * K_2O - 0,00000058K_2O^2$	1%
Número de Frutos	$\hat{Y} = 6,68 + 0,006182N + 0,000113K_2O - 0,000001396N * K_2O$	1%
Peso do Fruto (g)	$\hat{Y} = 2038,66 - 0,1755N - 0,0134 K_2O + 0,0000968 N^2 - 0,0000651N * K_2O + 0,00002385K_2O^2$	5%
Circunferência Equatorial (cm)	$\hat{Y} = 49,38 - 0,001634N - 0,0000055 K_2O + 0,00000079 N^2 - 0,00000052N * K_2O + 0,000000183K_2O^2$	5%
Circunferência Polar (cm)	$\hat{Y} = 52,27 - 0,00108N - 0,000004424 K_2O + 0,000000684 N^2 - 0,000000515N * K_2O + 0,000000166K_2O^2$	5%
Volume de Água (ml)	$\hat{Y} = 467,37 - 0,05119N - 0,002029 K_2O + 0,000023425 N^2 - 0,000016155N * K_2O + 0,000006067K_2O^2$	5%
°Brix	$\hat{Y} = 5,77 + 0,000323N - 0,00004557 K_2O - 0,000000132 N^2$	5%