

UREIA NO SOLO OU NA AXILA PARA O COQUEIRO ANÃO VERDE, COM OU
SEM COMPOSTO ORGÂNICO

JOÃO PEDRO DE BARROS REICAO CORDIDO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2015

UREIA NO SOLO OU NA AXILA PARA O COQUEIRO ANÃO VERDE, COM OU
SEM COMPOSTO ORGÂNICO

JOÃO PEDRO DE BARROS REICAO CORDIDO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Aparecida Rodrigues.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 206/2015

Cordido, João Pedro de Barros Reicao

Ureia no solo ou na axila para o coqueiro anão verde, com ou sem composto orgânico / João Pedro de Barros Reicao Cordido. – 2015.
96 f. : il.

Orientador: Luciana Aparecida Rodrigues

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Bibliografia: f. 85 – 96.

1. Adubação axilar 2. Ureia 3. Espodossolo 4. Recuperação de coqueiral 5. Produção de coco I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

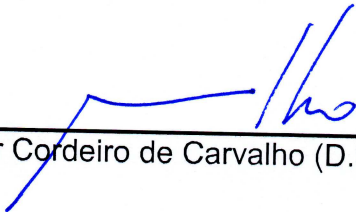
CDD–
631.422

UREIA NO SOLO OU NA AXILA PARA O COQUEIRO ANÃO VERDE, COM
OU SEM COMPOSTO ORGÂNICO

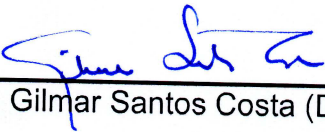
JOÃO PEDRO DE BARROS REICAO CORDIDO

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.


Aprovado em 27 de março de 2015
Comissão Examinadora



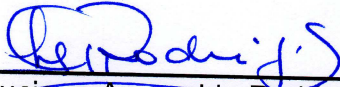
Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Gilmar Santos Costa (D.Sc., Produção Vegetal) – IFF



Prof. Claudio Roberto Marciano (D.Sc., Solos e Nutrição de Plantas) – UENF



Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientadora)

Ofereço este trabalho
À minha família.

Dedico

A todos que com o dinheiro pago pelos seus impostos mantêm a UENF e mesmo que não seja possível que os filhos de todos possam estudar aqui, acreditam que o nosso trabalho é fundamental para vivermos em uma sociedade mais justa. É para eles este trabalho, e acredito que todo este esforço que aqui foi feito, vai tornar melhor a vida de todos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus familiares que sempre estiveram comigo durante a realização deste trabalho. Meus pais Fernando e Tereza, irmãos Luis e Ruth, tios Solange e Paulo e Paulinho e Venina e meus primos;

À minha esposa Karoll Andrea Alfonso Torres Cordido por estar ao meu lado nesta nossa empreitada;

Aos Sr. Juan, Dona Rosa, Angel, Ingrid, Sofia e Mateo, que me receberam muito bem na família Alfonso

A Frida e a Pafuncia pela alegria de todos os dias;

À Professora Luciana Aparecida Rodrigues pela orientação e ajuda na condução do experimento;

Aos Professores Luciana, Marciano, Elias e Toninho pela amizade, e a todos os professores da UENF que são muito próximos aos alunos e prestativos;

Ao funcionário do LSOL Ederaldo de Azeredo que foi fundamental neste experimento, muito prestativo e competente e também ao Paulo César do LZO;

Aos colegas contemporâneos na UENF, Barbara, Lidiane, David, Dâmaris, Castillo, Juan Carlos, Durval e Henrique, Caroline e Julia;

Aos técnicos do Frutificar Rosely Menezes da Silva que foram fundamentais para a realização deste trabalho e Vanor Nelson de Oliveira;

Aos graduandos Mauricio Gonçalves da Silva e Angélica Zan Ramos Campos pela forte colaboração neste trabalho;

A Fazenda Santa Clara e todos nela envolvidos, Sra. Denise Grundeller e Sr. Aridair R. de Castro que cederam uma área significativa para a condução do experimento, Sr. Leone técnico da propriedade que esteve junto no campo dando auxílio e atenção, e todos os demais funcionários que lá trabalham, foram muito competentes e gentis;

Ao simpático município de Quissamã – RJ;

Aos Professores da banca, Almy Junior Cordeiro de Carvalho e Gilmar Santos Costa;

Por fim gostaria de corrigir um erro que fiz no meu trabalho de graduação, deixei de agradecer ao Professor Afonso Lopes da FCAV-UNESP, pelas correções do meu trabalho e atenção que tem com todos os alunos;

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa;

A FAPERJ (Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) pela verba do projeto.

SUMÁRIO

<u>RESUMO</u>	VI
<u>ABSTRACT</u>	VIII
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2. REVISÃO DE LITERATURA</u>	4
<u>2.1 Dados Botânicos e Fenologia</u>	4
<u>2.2 Variedades Cultivadas e Exploração Comercial</u>	14
<u>2.3 Tipos de Solos com Cultivo de Coco no Brasil</u>	18
<u>2.4 Recomendação de Adubação Nitrogenada para Coco</u>	19
<u>2.5 Adubação com Composto Orgânico para Coqueiro</u>	25
<u>2.6 Reação de N no Solo</u>	29
<u>2.7 Nitrogênio no Coqueiro</u>	32
<u>2.8 Toxidez de Amônio em Plantas</u>	35
<u>2.9 Aplicação de Ureia Via Axila Foliar</u>	37
<u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u>	41
<u>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	52
<u>5. RESUMO E CONCLUSÕES</u>	71
<u>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	73

RESUMO

CORDIDO, João Pedro de Barros Reicao, Msc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2015. Ureia no solo ou na axila para o coqueiro anão verde, com ou sem composto orgânico. Orientadora: Luciana Aparecida Rodrigues.

A cocoicultura é uma importante atividade econômica no Norte Fluminense onde tem crescido tanto em produção como em área plantada. O N é um elemento requerido em alta quantidade pela cultura, sendo aplicado na região principalmente na forma de ureia, que tem baixo aproveitamento pelas plantas devido às perdas que ocorrem quando adicionada no solo. Testes de doses para aplicação no solo com condições edafoclimáticas que se aproximam da realidade do local de produção são necessários para o melhor aproveitamento do fertilizante. As aplicações nas axilas foliares podem ser uma alternativa de oferecimento de ureia evitando-se o contato do elemento no solo. Foi realizado um experimento a fim de estudar a resposta do coqueiro à adubação nitrogenada aplicada via solo e na axila, com ou sem complementação de composto orgânico feito a partir das cascas de coco decompostas junto com esterco bovino. O experimento foi realizado em um Espodossolo em Quissamã-RJ com 95% de areia e em fase de produção. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2X2X4, com ou sem composto orgânico ($180 \text{ L planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), aplicação de ureia no solo ou na axila, quatro níveis de adubação nitrogenada, 0%, 30%, 60% e 100% da dose recomendada pela Embrapa, parcelada em três vezes com aplicação a cada 4 meses. No solo os níveis de ureia corresponderam às doses de: 0, 553, 1106, 1844 $\text{g.planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e nas axilas às doses de: 0; 73,78; 147,56 e 245,92 $\text{g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Na axila foram aplicados 100 mL da solução de ureia nas folhas 8 e 9, em solução com concentração de até 20%. Foram realizadas avaliações nutricionais e de características agrônômicas até os 331 dias após o início das aplicações. Até a época avaliada concluiu-se que a aplicação de composto no

solo não teve efeito sobre a nutrição e a produção no período avaliado. A aplicação de doses crescentes de ureia na axila ou no solo proporcionou aumentos lineares no teor foliar de N, P e Mg, no número de folhas, espigas, cachos e frutos, e na produção futura e a produção total. O número de folhas e a produção futura foram maiores ao final do experimento comparativamente ao início do experimento nas maiores doses de ureia testadas indicando que o pomar encontrava-se em fase de recuperação tanto pela aplicação da ureia na axila quanto no solo. O nível que proporcionou maiores respostas no crescimento e nutrição das plantas foi o nível 100 % de ureia ($1844 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) quando aplicada no solo.

ABSTRACT

CORDIDO, João Pedro de Barros Reicao, Msc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2015. Urea in the soil or axil of green dwarf coconut, with or without organic compound. Advisor: Prof. Luciana Aparecida Rodrigues.

The coconut culture is an important economic activity in the North Part of Rio de Janeiro State which has grown both in production and in the planted area. The N is a required element in high amounts by culture, being applied in this region mainly in the form of urea which has low utilization by plants due to losses that occur when added in the soil. Doses of tests for application in the soil with edaphoclimatic conditions approaching the reality of production site are necessary for better use of fertilizer. Applications in the leaf axils can be an alternative offer of urea avoiding the contact element in the soil. An experiment was conducted to study the coconut response to nitrogen fertilization on soil application and in the axil, with or without supplementation of organic compost made from coconut shells. The experiment was realized in Spodosol in Quissamã-RJ and this soil has 95% of sand and it is in production phase. The experimental design was a randomized blocks in factorial 2X2X4, with or without organic compound ($180\text{L plant}^{-1}\text{ year}^{-1}$), urea applied to the soil or in the axil and four levels of nitrogen fertilization, 0%, 30%, 60% and 100% of the dosage recommended by Embrapa, divided into three times with application every 4 months. In the soil the urea levels corresponded to doses of 0, 553, 1106, 1844 $\text{g planta}^{-1}\text{ year}^{-1}$ and in the axils the doses: 0; 73.78; 147.56 and 245.92 $\text{g urea plant}^{-1}\text{ year}^{-1}$ were applied in the axil In 100mL of urea solution on the leaves 8 and 9, in solution with a concentration of 20%. It was conducted nutrition and agronomic characteristics ratings up to 331 days after the start of the applications. Even then it evaluated it was found that applying the compound in

the soil had no effect on the nutrition and output during the evaluation period. The application of increasing doses of urea in the axil or on the soil provided linear increases in the leaf content of N, P and Mg, the number of leaves, spathes, bunches and fruits, and future production and total production. The number of leaves and future production were higher at the end of the experiment compared to the beginning of the experiment in the largest urea doses tested indicating that the orchard was in a recovery phase by both the application of urea in the axil and on the soil. The level which provided higher responses in growth and plant nutrition level was 100% urea ($1844 \text{ g planta}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) when applied to the soil.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro é uma das frutíferas mais difundidas no mundo, sua exploração comercial atinge aproximadamente 90 países onde se encontram condições propícias de cultivo como solos, radiação solar adequada e boa precipitação (Martins e de Jesus Junior, 2011). De acordo com a FAO (2015), em 1992 a produção mundial foi ao redor de 44 milhões de toneladas, e em 2012 a produção aumentou para 61 milhões de toneladas em uma área de 12 milhões de hectares, e a produtividade no período subiu de 4,49 para 5,07 t ha⁻¹.

No Estado do Rio de Janeiro a cocoicultura vem sendo instalada em diferentes tipos de solos: Latossolos Amarelos, Cambissolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos (Mendonça-Santos et al., 2005), sendo que o último solo possui limitações para exploração agrícola (da Silva et al. 2012), por isso tecnologias como adubação e irrigação são necessárias para manter uma boa produtividade.

Sob condições de irrigação uma planta de coco pode emitir uma folha nova a cada 21 dias, isso no caso de já se encontrar em fase de produção (Miranda et al., 1998). Quando em condições ideais, a produção é contínua, sendo colhidos de 12 a 16 cachos por planta por ano, com 15 a 20 frutos por cacho (Gomes 1992). A emissão contínua de folhas e frutos requer um rigoroso manejo de adubação, sendo o N e o K exigidos em grandes quantidades, e é retardado quando ocorre frio intenso e estiagem (Cavalcanti et al. 2009).

Nos manuais de recomendação de adubação, a dose a ser aplicada de N é dada em função da produção esperada e/ou do teor foliar e não dos níveis encontrados no solo, mesmo porque o N não faz parte dos elementos determinados na análise de rotina dos solos. Observa-se em relação à

recomendação de adubação para o N no solo grande discrepância entre os manuais para um mesmo solo para coqueiros em fase de produção. O manual do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013) indica, para uma única produção esperada de 120 frutos por planta ao ano, a dose de N de $160 \text{ g planta}^{-1}$ que pode ser totalmente substituída pela adubação orgânica. No manual da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Sobral, 2002) as doses recomendadas variam de acordo com o teor foliar de N. Para coqueiro anão irrigado em produção com teor de N foliar (folha 14) menor que 16 g kg^{-1} a dose de N varia de 878 a $1760 \text{ g planta}^{-1}$ ao ano, para uma produção de 97 e 245 frutos por planta ao ano respectivamente. Para o Estado de São Paulo, segundo Teixeira et al. (2005), para plantas em produção a dose varia de 80 kg ha^{-1} ($390 \text{ g planta}^{-1}$) a até 160 kg ha^{-1} ($780 \text{ g planta}^{-1}$), para uma produção esperada de menos de 60 a mais de 90 frutos por planta ao ano. No manual de adubação de Pernambuco (Cavalcanti et al., 2009), para uma produção de cerca de 200 frutos por planta ao ano, deve-se aplicar entre 600 e 1000 g de N por planta ao ano, em condições de irrigação.

As altas quantidades de N nas recomendações de adubação consideram as perdas desse elemento no solo por volatilização (Cavalcanti et al., 2009), as adubações com composto orgânico podem ser complementares à adubação mineral. Além dos nutrientes disponíveis ao longo do tempo o composto orgânico apresenta efeitos positivos na retenção de água, nas características químicas e biológicas do solo (Freire et al 2013), sendo importante principalmente em locais de baixa fertilidade e também em espodossolos onde estão situados grandes plantios de coco no norte Fluminense.

A adubação foliar também é importante no manejo do N tendo em vista que as folhas possuem a capacidade de absorvê-lo, podendo-se otimizar o uso deste adubo. No entanto, a concentração não pode passar de um dado limite, pois pode haver queima foliar e prejuízo à área fotossintética devido à alta concentração de amônio nos tecidos e pela presença tóxica do biureto formado durante o processo de fabricação da ureia (Camargo e Silva, 1990).

Outra forma de aplicação sem que o elemento entre em contato com o solo, é a aplicação localizada nas axilas das folhas. Esta forma de aplicação de nutrientes e defensivos agrícolas tem sido estudada para culturas como abacaxi, banana e coco (Dwivedi et al. 1981; Malavolta et al. 1981; Maeda. 2005; Siebeneichler et al. 2008; Monteiro 2009; Baldotto et al. 2011). Pinho et al. (2008),

avaliaram a aplicação de 30 g de ácido bórico na axila da folha e no solo em coqueiro anão verde. Observaram que independente do local de aplicação ocorreu redistribuição do B na planta.

A aplicação de ureia na axila do coqueiro pode ser uma alternativa importante de fornecimento de N, tendo em vista que a aplicação via foliar pode vir a ser até 20 vezes mais eficiente do que no solo (Camargo e Silva, 1990). A aplicação da ureia na axila das folhas tem a vantagem da proximidade do adubo aplicado nas regiões de alta demanda de N na planta, e evitar as reações do elemento no solo, o que reduz seu aproveitamento. Problemas decorrentes da aplicação axilar da ureia podem ocorrer tais como queima ou alterações na emissão de espatas, o que levaria ao prejuízo na produção devendo-se, por isso, optar por parcelamentos. A aplicação axilar de forma suplementar ou complementar à adubação mineral ou orgânica pode ser uma importante alternativa de manejo da adubação do N para o coco.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito da aplicação de ureia no solo e nas axilas das folhas, em presença ou não de composto orgânico no solo, em coqueiro anão verde em Espodossolo, os objetivos específicos foram:

- Avaliar a produção dos coqueiros (número de folhas, espatas, inflorescências vivas, cachos, frutos, produção total e produção futura) e os teores foliares de macronutrientes em função do local de aplicação (solo ou axila), da aplicação de composto orgânico e das doses crescentes de ureia aplicadas;
- Avaliar a qualidade dos frutos (volume de água, volume total dos frutos e peso) em função da aplicação de ureia no solo e da adubação com composto orgânico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1- *Dados Botânicos e Fenologia*

O coqueiro é uma palma da família Arecaceae e subfamília Cocoideae. É uma planta com distribuição pantropical que se originou provavelmente na região Indo-Malaia. Foi observada a ocorrência de fósseis de frutos de coco no deserto do Rajastão no interior da Índia datado da época Eoceno Ypresiano-Lutetiano (56-41 milhões de anos atrás) (Shukla et al., 2012). Os relatos do surgimento do coco anão são antigos e não são conclusivos, podendo ter ocorrido em um único local, que seria na ilha de Java ou na Oceania, ou ter surgido em diversos locais. Mas o certo é que este é uma mutação do coqueiro gigante (Manthiratna, 1972).

O coqueiro tolera bem solos arenosos e salinos. Atualmente encontra-se distribuído por toda a região tropical do planeta, principalmente ao longo das faixas costeiras, tolera no máximo 600 m de altitude, sendo que quanto mais próximo ao equador, maior é a tolerância quanto à altitude. A temperatura média anual ideal é de 27°C e tolera até 0°C, com uma precipitação de 1500 a 2500 mm por ano e umidade relativa do ar acima de 60% (Chan e Elevitch 2006).

Etimologicamente a palavra "coco" na língua portuguesa significa máscara ou cabeça, e "nucifera" vem do Latim "nucifer-a-um", que significa "que emite nozes". A denominação *Cocos nucifera* seria uma alusão à planta que emite nozes com aparência de cabeça (Benassi, 2006), mesmo que o seu fruto seja uma drupa e não uma noz. A variedade Anã também é conhecida como Guriri ou Buri-da-praia (Ferreira, 1986).

Dentro do gênero *Cocos*, distinguem-se duas variedades principais, a variedade típica Nar. (gigante) e a variedade nana Griff (anã). Estas diferem quanto a diversos aspectos, sendo a altura média de 18 e 10,7 m, o comprimento médio de folhas de 5,5 e 4 m, e a produção média de frutos por planta por ano de

130 a 150 e 150 a 200, para os coqueiros gigante e anão, respectivamente (Siqueira et al., 2002; Aragão, 2007). Krishna Kumar, (2011) discutiu a fenologia do coqueiro e indicou em meses o tempo de cada estágio fenológico desde a iniciação do primórdio foliar até a colheita (figura 1).

Em relação à fenologia do coqueiro, a produção começa a partir do primórdio foliar que se encontra no único meristema apical da planta (palmito) e este vai surgir após a diferenciação, nesta primeira fase fenológica da folha ela ainda encontra-se no palmito, porém é possível distinguir o meristema não diferenciado como um disco completo, da folha que circunda o meristema. A emissão do primórdio foliar vai acontecer cerca de dois anos do aparecimento da lança (folha fechada no ápice do caule). Nesta fase fatores ambientais, principalmente disponibilidade hídrica e de fertilidade do solo, vão determinar a arquitetura da folha (Castro, 2007), a idade, o vigor da planta, a cultivar e outras condições ambientais também interferem na emissão foliar (Persley, 1992). Por isso, os fatores ambientais que influenciaram este primórdio foliar serão contabilizados em forma de produção de folha dois anos após a ocorrência destes.

Uma vez que a produção se inicia com a emissão das folhas, a quantidade de folhas emitidas reflete diretamente no crescimento e na produção do coqueiro, já que em cada axila foliar haverá um cacho (Castro, 2007), além do aumento da área fotossintética da planta. Por isso, a produção de folhas é um dos referenciais para se avaliar o potencial de cultivares ou da produção futura (da Silva et al., 2004). Cada variedade possui um número de folhas emitidas por ano diferente das demais, e também o período que esta folha fica viva também é diferente, por isso duas variedades com o mesmo número de folhas podem apresentar comportamentos distintos. A maior emissão de folhas ocorre na época chuvosa e quente a cada 20 dias, enquanto que na época seca e fria este período é maior, assim como a morte foliar (Castro, 2007), fatores de stress ambientais, como a nutrição da planta também afetam a emissão e morte foliar precoce.

Ao longo de um ano sob condições ideais de cultivo e clima, um coqueiro gigante pode emitir de 12 a 14 folhas enquanto as variedades anãs emitem em média 18 folhas (Araújo, 2009). Com boas condições de irrigação e adubação uma planta de coco pode emitir uma folha nova a cada 21 dias, isso no caso de já se encontrar em fase de produção (Miranda et al., 1998). As folhas podem

permanecer na copa por um período de 3 a 3,5 anos, podendo chegar a 25 a 30 folhas em boas condições de cultivo. As folhas são emitidas de diferentes ângulos a partir do ápice da planta por todos os lados do estipe formando uma espiral (Figura 2). A direção de ascendência do espiral é determinada pela localização hemisférica, sendo que no Sul a direção é geralmente horária e no Norte é anti-horária, e pode-se observar espiral contrária. O ângulo entre duas folhas sucessivas fica em torno de 144° . A folha do coqueiro é composta pelo pecíolo que abraça o estipe, a base e a ráquis central que é onde se inserem os folíolos (Araújo, 2009).

As formas dos folíolos, comprimento dos folíolos e da folha, largura e área foliar, também são afetadas pelas características ambientais (Castro, 2007).

Os caracteres reprodutivos ocorrem em função da emissão foliar, ou seja, quanto maior a emissão foliar maior será a ocorrência destes caracteres que também são afetados pelas condições ambientais e de fertilidade do solo no momento em que estas estão sendo emitidas. Folhas bem-desenvolvidas desde o primórdio foliar irão acarretar em melhores caracteres reprodutivos, mas estes não serão bem-desenvolvidos se no momento da emissão da espata, formação das flores e enchimento dos frutos estas boas condições não estiverem ocorrendo (Ohler, 1999).

As curvas de emissão de folhas e inflorescências não são idênticas, pois não acontecem simultaneamente, já que a folha mais jovem encontra-se no ápice e a inflorescência encontra-se na axila da folha 9 que foi emitida há alguns meses, quando as condições do campo eram outras. Na axila de cada folha se desenvolve um primórdio floral que irá se converter em uma inflorescência frutífera (Ohler, 1999), por isso o número de folhas emitidas anualmente é quase igual ao de inflorescências emitidas. Sob condições de stress no campo há o abortamento das inflorescências, o que vai resultar em um número maior de folhas emitidas em relação ao de inflorescências emitidas, o ideal é que o produto destas fique igual a 1, além das condições do campo, plantas mais velhas possuem um abortamento maior do que as jovens (Castro, 2007).

Um número de inflorescências emitidas satisfatório ocorre em função de fenômenos de nutrição e clima anteriores ao momento em que é contabilizado e que foram simultâneos ao aparecimento do primórdio foliar que aconteceu 33 meses antes da abertura da inflorescência, por isso chama-se de esboço floral o

primórdio foliar (Frémond, 1975). Quanto à disposição da inflorescência, esta se encontra localizada na axila entre as folhas e é classificada como inflorescência interfoliar, podendo esta palmeira produzir flores ininterruptamente durante o ano todo (Sodré, 2005).

Para uma maior produção é necessário também que na inflorescência haja um número de flores femininas maiores do que o de flores masculinas. As condições ambientais precisam ser boas para que a diferenciação sexual das flores seja favorável à produção, caso contrário poderá haver inclusive abortamento das flores femininas que foram emitidas. A ocorrência de pragas e doenças nesta fase é mais significativa para que haja danos à produção (Castro, 2007).

Segundo da Conceição et al. (2004), que estudaram a relação dos insetos polinizadores em coqueirais na Bahia, o coqueiro possui inflorescência de polinização considerada como anemófila, e que também podem ter o pólen transportado por insetos como abelhas e formigas (Figura 3). A autopolinização ocorre em variedades precoces, pois nestas há sobreposição das fases masculinas e femininas de floração que acontecem em uma única inflorescência, ou ainda pode ocorrer o transporte de pólen entre inflorescências distintas em uma mesma planta, o que é considerado uma autopolinização semidireta. As características das inflorescências do coqueiro favorecem a ação dos insetos no processo de polinização, pois a disposição das folhas e cachos em espiral facilita a locomoção dos insetos entre as inflorescências. A morfologia e a coloração das flores nas inflorescências do coqueiro, assim como a grande quantidade de pólen disponível como recurso alimentar, atraem numerosos grupos de insetos alados. Apenas um grão de pólen é suficiente para que haja a polinização da flor fêmea do coqueiro.

Para o crescimento do estipe em altura quanto mais jovem e mais favorável for as condições ambientais, mais ela acontecerá, embora para coqueiro anão esta característica não seja desejável, uma cultivar pode ter desempenho distinto quanto a esta característica em condições diferentes (Castro, 2007).

O coqueiro possui um tronco chamado de estipe muito resistente e não ramificado, sem casca e em seu ápice uma única gema apical, o palmito que é tenro e comestível, e está envolto pelas folhas. A inflorescência é a única ramificação do estipe, pois pode ser considerado um ramo caulinar modificado. A

altura do estipe depende das condições ambientais, fisiológicas e da idade da planta, sendo que será mais rápido o crescimento em altura quanto mais jovem for a planta (Ferreira Neto, 2005).

De acordo com o estudo realizado por Ranasinghe et al., (2010), no estipe se localizam a maior parte das reservas de nutrientes na forma de carboidratos não estruturais. Em um coqueiral de 25 anos variedade gigante, durante a época de maior produção, estes autores verificaram que a maior parte das reservas energéticas foi localizada no tronco (114-134 mg/g açúcar solúvel total (SST) e 60-83 mg/g de amido), tendo as folhas uma concentração intermediária (22-79 mg/g SST e 17-33 mg/g de amido) e menores valores nas raízes (22-79 mg/g SST e 17-33 mg/g de amido).

A circunferência do estipe mostra o vigor da planta, porém como o coqueiro não possui câmbio (tecido meristemático responsável pela formação de novos tecidos), não há após o estabelecimento deste o crescimento em diâmetro, o que há é dilatação ou contração do estipe em função da turgescência das células (Ohler, 1999; Ferreira Neto, 2005). Por isso, as cicatrizes que existem no estipe, que são as marcas que as antigas folhas deixaram neste não mudam e mostram como foram as condições ambientais das folhas que existiram naquele momento e também permitem contar quantas folhas teve a planta até aquele momento.

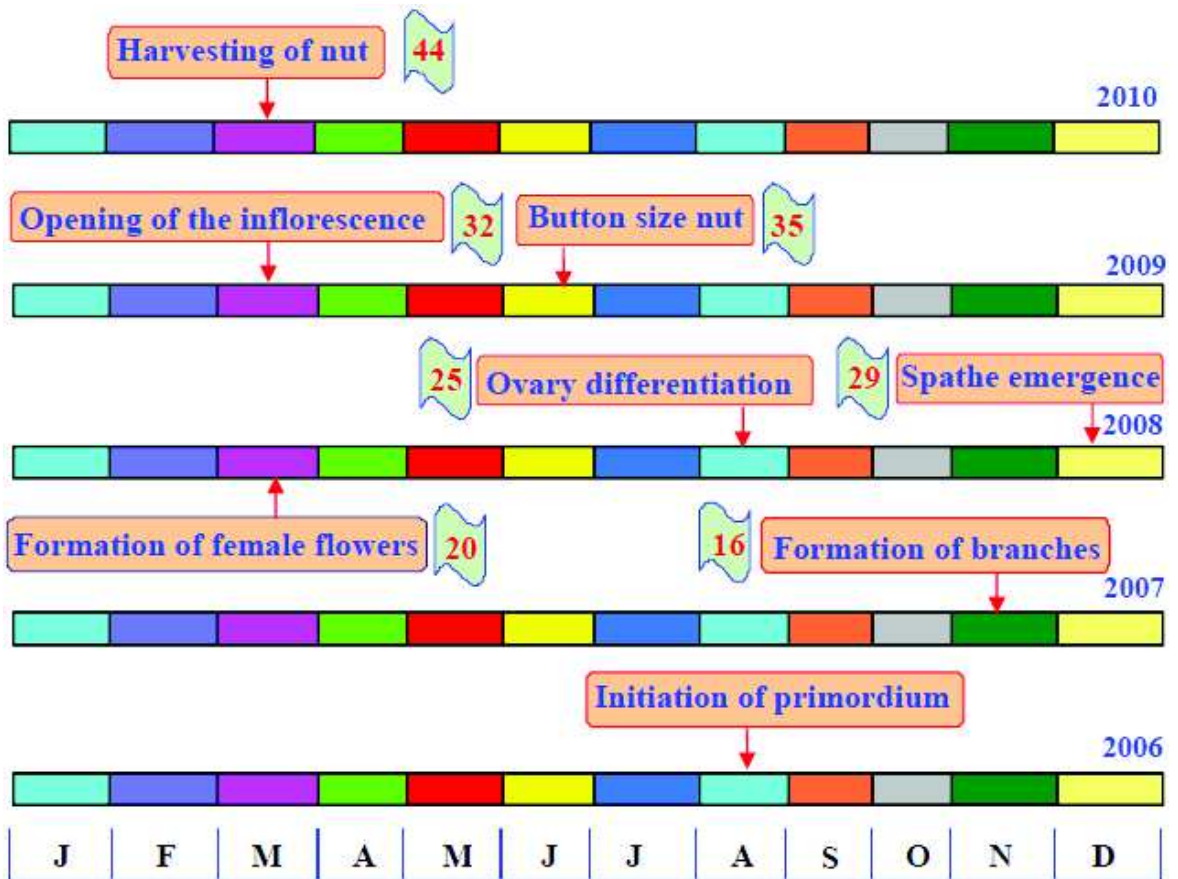


Figura 1: Estágios fenológicos adaptados de Krishna Kumar, (2011), indicando desde a iniciação do primórdio foliar, emissão de folhas, formação de flores femininas, diferenciação do ovário, emergência da espata, abertura da inflorescência, formação da noz e colheita do fruto e os tempos respectivos em meses após a iniciação do primórdio foliar.

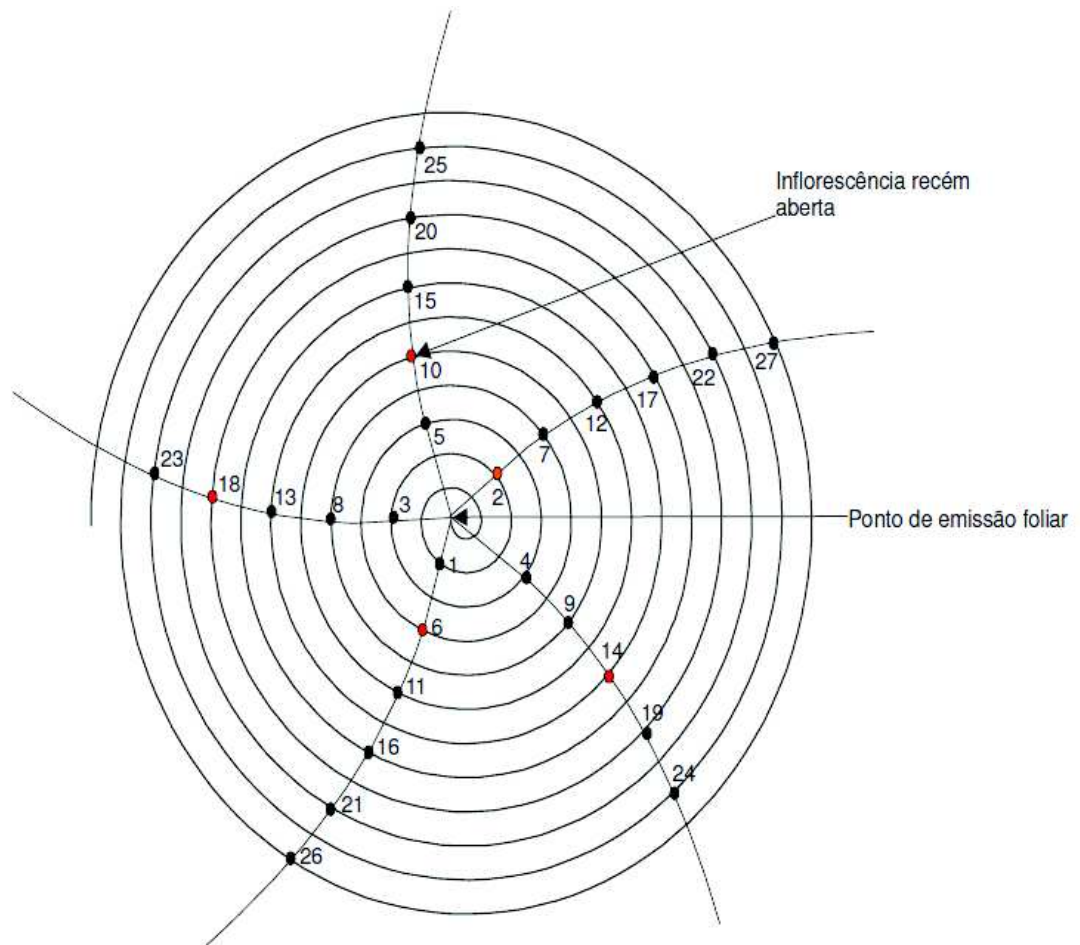


Figura 2: Posição esquemática do crescimento das folhas do coqueiro em espiral e a partir do ápice, com destaque para a folha nº 10 em que se localiza a inflorescência recém-aberta (Pinho et al., 2008).



Figura 3: Inflorescências recém-abertas ainda saindo da espata (fotos do autor).

Botanicamente o fruto do coqueiro é considerado uma drupa e ao final do seu desenvolvimento apresenta epicarpo, mesocarpo, endocarpo, tegumento, albume e embrião (Figura 4). O epicarpo é uma película fina e lisa que envolve exteriormente o fruto quando este ainda encontra-se imaturo. O mesocarpo é uma camada grossa e fibrosa conhecida como a casca do coco. O endocarpo é a camada formada pelo material lenhoso e duro com espessura de três a cinco milímetros (Ferreira Neto, 2002), possui três furos sendo um deles chamado de *soft eye* que é por onde sai o embrião (Wickramaratne e Padmasiri, 1986). O tegumento reveste o endosperma e caracteriza-se por uma película fina de cor marrom quando está completamente maduro. O endosperma que pode ser também chamado de albume ou semente é constituído por uma parte sólida (copra) e outra líquida (água de coco), sendo a copra uma massa branca carnosa rica em gordura e cuja espessura varia conforme a variedade e idade do fruto (Ferreira Neto, 2002). O embrião é um corpo reto, achatado inserido no albúmen sólido e localizado próximo a um dos orifícios do endocarpo (Benassi, 2006).

Os frutos possuem volume máximo assim como maior doçura da água entre 6 e 7 meses após iniciar a sua formação (Aragão et al., 2001 e Benassi 2006). A água do fruto começa a ser formada 60 dias após a abertura da espata,

por isso se o enchimento ocorre na época chuvosa, maior conteúdo de água terá o fruto (Castro, 2007).

A produção do coqueiro é contínua e os cachos são colhidos em intervalos de 24 a 30 dias, podendo ser colhidos cerca de 12 a 16 cachos por planta em um ano (Gomes, 1992). Frio e estiagem podem retardar a emissão de cachos e folhas. A emissão contínua de folhas e frutos requer um rigoroso manejo de irrigação e de adubação, sendo o N e o K exigidos em grandes quantidades (Cavalcanti et al., 2009).

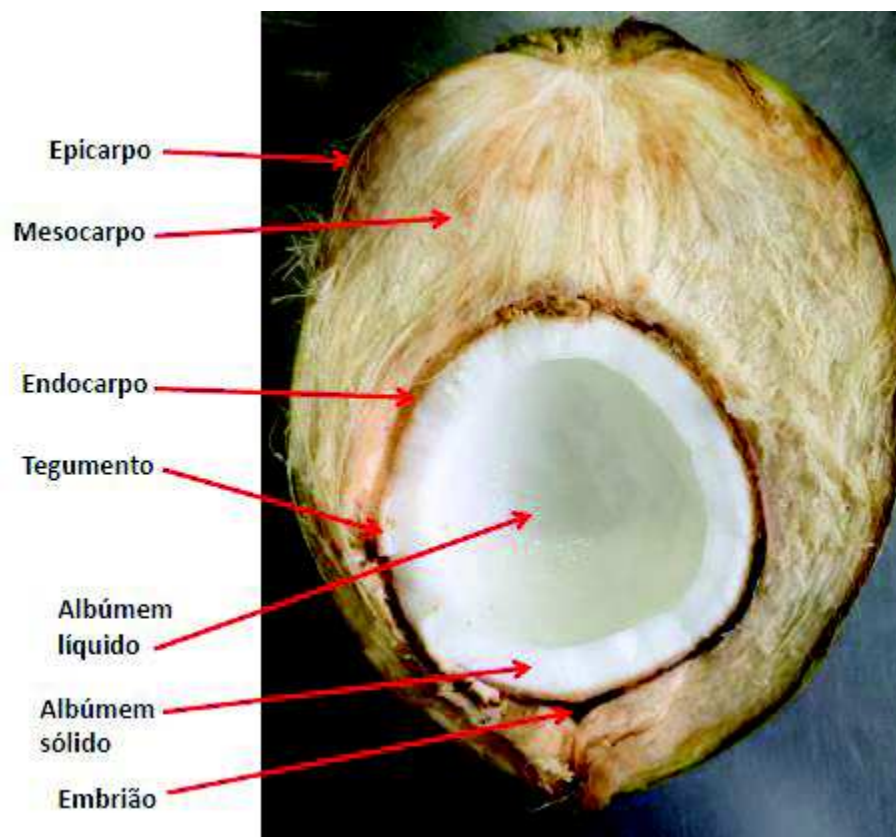


Figura 4: Estruturas do fruto do coco (Foto do autor)

O coqueiro apresenta o sistema radicular fasciculado, que é característico das Arecaceae e monocotiledôneas em geral. Durante toda a sua vida são produzidas continuamente raízes primárias a partir da base do estipe, que apresentam de 8 a 10 mm de diâmetro e possuem baixa capacidade de absorção. A absorção de nutrientes é mais intensa na parte menos lignificada situada na zona apical, e conforme ocorre o crescimento, ou em decorrência do déficit hídrico, esta parte da raiz se suberifica e perde a função de absorção. A principal função das raízes primárias é a fixação da planta ao solo. Das raízes primárias

partem as raízes secundárias e destas as terciárias que produzem radicelas de 1 a 3 mm de diâmetro e que apresentam maior absorção de água e nutrientes de planta. As raízes dos coqueiros não possuem pelos radiculares. No geral estas radicelas encontram-se nas camadas mais superficiais do solo, porém em caso de déficit hídrico podem aprofundar-se dependendo da umidade e proximidade do lençol freático (Peçanha, 2007). Em caso de excesso de água no solo pode haver morte das raízes. Por outro lado, a escassez hídrica também afeta negativamente o crescimento da cultura como um todo (Sobral, 2002).

2.2 – Variedades Cultivadas e Exploração Comercial

Distintas variedades de coqueiro são encontradas em cada região produtora. Alves et al. (2007), acompanhando um trabalho iniciado em 1997 no platô de Neópolis – SE, levantaram parâmetros das cultivares Anão-Amarelo do Brasil de Gramame, Anão-Amarelo da Malásia, Anão Vermelho de Camarões, Anão-Vermelho do Brasil de Gramame, Anão-Vermelho da Malásia, Anão-Verde do Brasil de Jiqui e os Híbridos de cultivares de anões com gigantes: Anão-Amarelo do Brasil de Gramame x Gigante do Brasil da Praia do Forte, Anão-Amarelo do Brasil de Gramame x Gigante do Oeste Africano, Anão-Amarelo do Brasil de Gramame x Gigante da Polinésia, Anão-Vermelho do Brasil de Gramame x Gigante do Brasil da Praia do Forte, Anão-Vermelho do Brasil de Gramame x Gigante do Oeste Africano, Anão-Vermelho do Brasil de Gramame x Gigante da Polinésia, Anão-Vermelho do Brasil de Gramame x Gigante de Rennell e Anão-Vermelho do Brasil de Jiqui x Gigante do Brasil da Praia do Forte. Dentre todas as cultivares e híbridos avaliados, os híbridos apresentaram maior crescimento de estipe e folhas em comparação aos anões enquanto que a cultivar Anão Vermelho de Camarões o menor crescimento de todos.

O coqueiro é uma das frutíferas mais difundidas no mundo, sendo que sua exploração comercial atinge aproximadamente 90 países, onde se encontram condições adequadas de cultivo, solos férteis, radiação solar elevada e boa precipitação (Martins e de Jesus Júnior, 2011). A cocoicultura mundial tem registrado acréscimo de produção, pois de acordo com FAO (2015), em 1992 a produção mundial foi ao redor de 44 milhões de toneladas, e já em 2012 a produção aumentou para 61 milhões de toneladas em uma área de 12 milhões de hectares, a produtividade no período subiu de 4,49 para 5,07 t ha⁻¹ (Tabela 1). Do total da área plantada 83,4% encontra-se na Ásia seguidos pelas Américas 8,4%, Oceania 4,8% e a África 3,3% (FAO, 2015). Na Indonésia encontra-se a maior produção e nas Filipinas a maior área cultivada.

No cenário internacional o Brasil tem avançado posições nos indicadores de produção, uma vez que a cultura tem crescido significativamente, pois de 1992 até 2012 o país saiu da 10^a posição dentre os países produtores para a 4^a posição, com um aumento de 579 mil toneladas para 2,8 milhões de toneladas anuais. Este aumento foi da ordem de 498 % de produção. Em 2012 a produção

brasileira era responsável por mais de 57% da produção no continente Americano e 4,6%no mundo (FAO, 2015). Esta posição de destaque da produção brasileira se torna mais significativa quando comparada com a dos demais vizinhos da América do Sul, uma vez que corresponde a mais de 80% da produção sul-americana (FAO 2015), como se pode observar na (Tabela 1).

Tabela 1: Maiores produções e áreas colhidas em 2012 (FAO 2015)

País	Área colhida (ha)	Produção (1000 t)	País	Área colhida (ha)	Produção (1000 t)
Indonésia	3.000.000	19.400.000	Brasil	257.742	2.888.532
Filipinas	3.573.806	15.862.386	Venezuela	17.914	165.000
Índia	2.137.000	10.560.000	Colômbia	16.707	102.000
Sri Lanka	417.000	2.000.000	Guiana	17.000	80.000
Tailândia	213.120	1.100.000	Peru	2.432	33.577
México	166.000	1.050.000	Equador	3.300	17.372
Vietnã	131.600	1.250.000	Suriname	467	4.090
Papua	221.000	900.000	Guiana Francesa	65	350
Nova Guiné			América do Sul	315.627	3.290.921
Malásia	112.093	606.530			
Mundo	12.057.991	61.172.415			

Quanto à exportação mundial, o Vietnã e a Indonésia respondem por 50% do total, seguidos pelo Sri Lanka, Tailândia e a República Dominicana, que juntos complementam 75% do mercado internacional. O Brasil é um exportador de coco fresco e entre 2002 e 2006 houve um incremento de 19% das exportações (Tabela 2).

Tabela 2: Principais países de destino das exportações brasileiras de coco (t) fresco ou seco, com e sem casca (Agrianual 2011).

Países	2005	2006	2007	2008	2009*
Argentina	141	110	130	167,2	88,8
EUA	27,1	24,5	13,4	12,2	8,8
Egito	115	256	278	226	228,3
Alemanha	9,8	12,4	15,1	9,8	6,5
Paraguai	67,8	37,3	31,2	99,4	74,3
Portugal	69,3	73,4	79	100	70
Turquia	765	217	191	38,8	101
México	1195	730,6	737,7	653,4	577,7
Outros	765	217	191	38,8	101
Total	1195	730,6	737,7	653,4	808,6

* até julho de 2009

A comercialização de coco no Brasil ocorre durante o ano todo, o que propicia ao produtor um fluxo contínuo de receita. De acordo com Cuenca et al.

(2002), de toda a produção nacional, 35% destinam-se à industrialização para a produção de coco ralado e leite de coco, 35% aos mercados do Sul e Sudeste para o consumo de coco fresco e os 30% restantes são consumidos frescos no mercado nordestino.

Embora figure entre os maiores produtores de coco, no Brasil hoje se importa uma quantidade significativa de produtos de coco para suprir a demanda interna, destes segundo relatório do SINDICOCO (2015) do consumo de água de coco industrializada cerca de 20 % (18 milhões de litros) advém de importação, historicamente houve importação de coco seco ralado, principalmente da Indonésia.

A maior parte dos cultivos ainda se encontra na região Nordeste. Cerca de 50 mil hectares de cultivo com coqueiro anão estão distribuídos em praticamente quase todo o território nacional. No ano de 2001 aproximadamente 68% da produção nacional encontrava-se no Nordeste, sendo a Bahia o maior produtor, que corresponde a 30% da produção nacional, e é seguido pelos estados do Ceará e Sergipe com 14,43% e 6,4% da produção nacional respectivamente (Pires et al. 2004).

De acordo com o documento da CEPA (1980), no Brasil o coqueiro anão foi introduzido em junho de 1925. As primeiras mudas desembarcaram no Rio de Janeiro, provenientes do Jardim Botânico da Estação Experimental de Buitenzorg, na ilha de Java, na Indonésia. Estas mudas na sua maioria foram plantadas no Horto Deodoro no Estado do Rio de Janeiro, e em estações experimentais em Ilhéus e em Ondina, na Bahia. Grande parte destas mudas morreu ou não frutificaram devido ao ataque de pragas e doenças e condições inadequadas de cultivo. A segunda introdução do Coqueiro Anão Verde no Brasil ocorreu em 1939, de mudas provenientes do norte da Malásia, e deste material original foram feitas mudas que foram distribuídas para vários estados brasileiros.

No Estado do Rio de Janeiro na década de 40 já havia cultivos de coqueiro anão, em Cabo Frio. Nesta época eram cultivados os coqueirais ou cocais, em solos de restinga com subsolo salino (Lamego, 1946).

O Rio de Janeiro, dentro do cenário nacional de produção, se destaca entre os Estados quanto à produtividade, junto com o Pará e o Espírito Santo. Embora o Rio de Janeiro possua uma área plantada pequena, tem como vantagem competitiva a proximidade dos centros consumidores e com isso, a

possibilidade de consumo de frutos frescos. O município de Quissamã, no Norte Fluminense, se destaca em área plantada no Estado, sendo também o segundo município em área plantada da região sudeste e o segundo também em produção (Martins e de Jesus Júnior 2011).

2.3 – Tipos de Solos com Cultivos de Coco no Brasil

O uso de novas variedades e tecnologias de produção alteraram a cocoicultura nos últimos anos. Antes a cultura encontrava-se principalmente no Nordeste e hoje está presente na maioria dos estados brasileiros (Ferreira et al., 1997).

A introdução desta cultura no Brasil permitiu que os solos arenosos costeiros, extremamente limitantes a outras culturas agrícolas, pudessem ser explorados comercialmente (Siqueira et al., 2002). Nos Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos ou solos salinos como os Gleissolos Salinos, existem poucas opções viáveis de cultivos, além da cocoicultura, pode-se citar também a utilização destes solos como pastagens. Embora a cultura do coco se adapte bem a estes solos, não há restrições quanto ao cultivo em outros solos, como os Latossolos ou Argissolos com condições físicas distintas dos solos arenosos.

Devido à heterogeneidade dos solos fluminenses, a cocoicultura é praticada em solos distintos. Na região dos Tabuleiros Costeiros, no Norte Fluminense ocorrem predominantemente os Latossolos Amarelos onde, além do coco, são cultivadas cana-de-açúcar, pastagem e outras frutíferas. Na Baixada Campista ocorrem os Cambissolos Flúvicos ocupados por cana-de-açúcar e pastagem, além do coco. Nas Planícies Costeiras como em Quissamã e São João da Barra, com predominância dos Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos, além do coco são ocupados por vegetação de restinga e pastagens. Nessa região a precipitação anual varia entre 700 a 1400 mm, sendo consideradas áreas muito limitantes à agricultura (Mendonça-Santos et al., 2005). Na região das Planícies Flúvio-Lagunares do Vale do Rio São João, onde se encontra o município de Macaé, ocorrem os Gleissolos Háplicos, com predominância de Gleissolos salinos e tiomórficos e Organossolos, onde também são encontrados plantios de coqueiro anão.

2.4 – Recomendação de Adubação Nitrogenada para Coco

O nitrogênio é vital para o crescimento vegetativo e produção das espécies vegetais, uma vez que é o principal componente da síntese das proteínas e faz parte da molécula da clorofila. Sendo que o crescimento vegetativo é importante no monitoramento do estado nutricional da cultura como também do potencial produtivo, por isso o número de folhas está relacionado ao potencial fotossintético da planta (da Silva et al., 2009).

Os manuais de recomendação de adubação são utilizados para auxiliar nas tomadas de decisão sobre a quantidade de adubos a aplicar, tendo em vista um bom desenvolvimento da cultura e da produção. Vários Estados do Brasil possuem manual próprio que leva em conta as características físicas e químicas dos solos da região. As recomendações são baseadas também nos ensaios de campo que são feitos em diferentes locais, com condições edafoclimáticas que, por vezes, não se assemelham. Para o nitrogênio não são realizadas análises de rotina no solo (van Raij et al., 1997), isto porque a principal fonte natural de N é a matéria orgânica do solo, e que apresenta um ciclo dinâmico no solo, e que interfere no resultado final da análise do solo (Rosolem et al., 2003). A mineralização da matéria orgânica do solo libera N inorgânico, no entanto sua disponibilidade depende da quantidade de matéria orgânica, que não é um material uniforme, porque estes compostos são encontrados em estágios diversos de decomposição e síntese. Estes estágios possuem velocidades de reação diferentes e são dependentes da biomassa microbiana (Novais et al., 2007).

O ânion nitrato tem baixa interação química com os minerais do solo, e isto faz com que seja facilmente lixiviado para as camadas menos superficiais do solo. A amônia, por sua vez, pode ser volatilizada em solos com pH maior que 7. Embora esta não seja uma condição comum nos solos tropicais, quando a ureia é aplicada no solo ocorre uma reação de hidrólise que consome prótons e alcaliniza o meio ao redor das partículas. Além desses, outro fator que altera a disponibilidade do N é a imobilização pelos micro-organismos do solo e a desnitrificação (Novais et al., 2007). Devido a estes fatores de perdas do N aplicado é que usualmente parcela-se a adubação nitrogenada.

A opção por se usar a ureia como fonte de N dentre os adubos nitrogenados é o menor custo deste com relação aos demais. A ureia deve ser aplicada e incorporada para evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

Em revisão sobre a adubação inorgânica Frémond (1965) informa que as causas de deficiência de N ocorrem por fatores climáticos (poucas chuvas) e pedológicos (solos coralinos da Polinésia com 85 % de CaCO_3 desfavorável à nitrificação), o documento é antigo, desde então muitos aspectos foram elucidados por pesquisas mais recentes, porém os trabalhos realizados por este autor foram pioneiros e continuam a ser citados ainda hoje.

As recomendações de adubação de coqueiro sofreram diversas alterações em função de novas variedades, condições de cultivo e novas pesquisas. De Santana et al. (1975) relatam que há 40 anos a recomendação para o Ceylão (Sri Lanka) com dose de N entre 225 e 320 g por planta ao ano, sem especificar a produção obtida ou o parcelamento. Para as Ilhas Fiji era recomendada 2300 g de uma formulação de 9-10-15, variando somente a quantidade de P, com duas aplicações anuais em um círculo de 2,7 m de raio. Em Trinidad uma formulação de 10-5-10 com doses variando entre 2,3 a 4,6 kg. Na Índia havia 4 manuais e experimentos com adubação orgânica. Nas Filipinas recomendava-se adubação orgânica seguida da mineral aplicadas em círculo em um raio que variava de 2 a 3,5 metros. Na ocasião não havia uma recomendação de adubação específica para o Brasil.

Para a adubação nitrogenada em coqueiro é necessário considerar as diferentes condições de cultivo, os tratos culturais e as variedades utilizadas. Na Índia, terceiro maior produtor mundial de coco, assim como no Brasil, há diversos manuais de adubação cada qual mais adaptado para as condições locais. Khan e Venkitaswamy, (2007) relatam uma produtividade média nacional de 7608 frutos ha^{-1} . Na maioria dos Estados indianos é feita a adubação orgânica e em seguida a mineral, isto não tem tido resultados satisfatórios, para melhorar a produtividade é indicado o replantio em plantas com idade acima de 65 anos. Para plantas em produção no Estado de Kerala parcela-se a aplicação duas vezes, e a dose em g de ureia $\text{planta}^{-1} \text{ano}^{-1}$ é 1111 em qualquer tipo de solo inclusive o arenoso para plena produção, ou para um desenvolvimento médio aplica-se 755 g de ureia $\text{planta}^{-1} \text{ano}^{-1}$, e adicionalmente 50 kg $\text{planta}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de folhas verdes ou composto. No Estado de Tamil Nadu a recomendação adicional de folhas verdes ou

composto se repete, porém a dose anual por planta de ureia é de 1245, aplicada duas vezes. Tendo em vista que a remoção de nutrientes é contínua ao longo do ano e na época de maior taxa metabólica ou produção da planta no ano, a reposição de nutrientes é limitada pela capacidade de absorção das raízes, é importante manter o suprimento de nutrientes levemente no nível de consumo de luxo.

Em coqueiro anão fertirrigado e em produção Sobral e Nogueira (2008), que testaram doses crescentes de ureia até a dose de 5700 g de ureia por ano, avaliaram que a aplicação de ureia no solo reduziu o pH e os teores de Ca e Mg no solo. A correlação dos teores foliares de K e deste nutriente no solo indicou que a amostragem do solo pode ser feita na profundidade de 0-20 cm. Na menor dose testada de ureia ($300 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) foi obtida maior quantidade de massa do fruto (3078,2 g) e de albúmen líquido (612,5 mL), já que houve um menor número de frutos por planta. A ureia, porém não influenciou o pH da água de coco (4,9 – 5,2) e alterou o °Brix (5,3 - 5,8). A dose de ureia que proporcionou a maior produção foi de $3813 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e a que foi melhor economicamente foi de $3482 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

De acordo com Ferreira Neto et al., (2005), em coqueiros a absorção do N é antagônica à absorção de K. Ao testarem doses de N e K observaram que o aumento da dose de N diminuiu o °Brix, e sendo que o aumento desta variável ocorre em função do K.

Uma grande quantidade de nutrientes é absorvida pelas plantas e uma grande proporção destes é removida pelas colheitas, em coqueiros gigantes. Somasiri et al., (2003) contabilizaram estas perdas, em uma remoção de 17.380 frutos por hectare ao ano. Foram coletados frutos, folhas senescentes e partes das inflorescências por dois anos, foi determinado o conteúdo destes nutrientes, e também as reservas de nutrientes no solo. Foi removido 116,76 kg de N por ha ao ano, a ordem de remoção de macronutrientes foi $\text{K} > \text{N} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ e de micronutrientes $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$, não foi quantificado Cl que, segundo Mantiquilla et al., (1994) é um macronutriente para o coqueiro. Foi observado por (Somasiri et al., 2003) que naquelas condições de cultivos, as quantidades de nutrientes disponíveis no solo foram altas, e que o K supria 77 % da necessidade da cultura. As quantidades removidas de N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nos diversos órgãos foram 0,73; 4,21; 46,07; 24,52 para água do coco, Shell (casca do fruto seco),

Kernel (carne), Husk (exocarpo e mesocarpo) respectivamente. A remoção de N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) foi de 21,38; 8,99; 3,01; 7,88 para folha, pecíolo, nervura central e inflorescência respectivamente. O total de N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) removido em toda a área foi de 7,53; 33,38; 7,88 para frutos, copa e inflorescência respectivamente. Há por isso, de acordo com os manuais de recomendação locais, um déficit da quantidade aplicada de N.

A aplicação de nutrientes via fertirrigação em comparação à aplicação de nutrientes no solo foi realizada em um experimento com quatro anos de duração em coqueiro gigante, sendo que a quantidade aplicada de NPK via fertirrigação foi 25; 50; 75 e 100 % da quantidade recomendada para o Estado de Kerala – Índia (N, P_2O_5 , K_2O , 500:320:1200 $\text{g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e parcelado duas vezes no ano), como testemunha utilizou-se tratamento sem adubação e adubação via solo. Foi observado que quando os nutrientes são aplicados somente via fertirrigação, aumentou significativamente o número de flores femininas e frutos e que o maior retorno econômico encontra-se na aplicação de 75 % da dose recomendada via fertirrigação. O número de folhas não teve alteração em função dos tratamentos. Ao longo do tempo para flores femininas houve diferença para os tratamentos, mas a partir do terceiro ano e ao quinto ano não houve diferença. O teor foliar foi maior no tratamento 100 % fertirrigado ($19,3 \text{ g kg}^{-1}$) do que nos 100 % aplicados no solo ($17,0 \text{ g kg}^{-1}$) (Basavaraju et al., 2014).

Nos manuais de recomendação de adubação, a quantidade de N a ser aplicada no solo é dada em função da produção esperada e/ou dos teores foliares na folha diagnóstica, e não dos níveis encontrados no solo. Existe uma grande discrepância entre os manuais de recomendação para o mesmo solo em relação à adubação nitrogenada. O manual de adubação do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013) indica para a cultura do coco para uma produção esperada de 120 frutos por planta ao ano, uma única dose de N para plantas em produção, independente da variedade, de $160 \text{ g planta}^{-1}$ e que pode ser totalmente substituída pela adubação orgânica. No manual da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Sobral, 2002) as doses recomendadas variam de acordo com o teor foliar de N. Para coqueiro anão irrigado em produção com teor de N foliar (folha 14) menor que 16 g kg^{-1} , a dose de N varia de 878 a $1760 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e com produção esperada entre 97 e 245 frutos por planta ao ano.

Para o Estado de São Paulo, segundo Teixeira et al. (2005), para plantas em produção, a dose varia de 80 kg ha⁻¹ (390 g planta⁻¹) a até 160 kg ha⁻¹ (780 g planta⁻¹), para uma produção esperada entre menos de 60 a mais de 90 frutos por planta ao ano, não sendo informado neste trabalho para qual variedade são as doses indicadas, mas pela população de 205 plantas por ha, supõe-se que seja para coqueiro anão. No manual de adubação de Pernambuco (Cavalcanti et al., 2009), para uma produção de cerca de 200 frutos por planta ao ano deve-se aplicar entre 600 e 1000 g de N por planta ao ano, em condições de irrigação e para a variedade anã.

A estimativa dos valores de N aplicado por fruto é da ordem de 1,3; 7,2 a 9,0; 6,5 a 8,7 e 3 a 5 g fruto⁻¹ ano⁻¹, indicados, respectivamente pelos manuais do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013), EMBRAPA (Sobral, 2002), São Paulo (Teixeira et al., 2005) e Pernambuco (Cavalcanti et al., 2009).

A quantidade de N removida pelas colheitas em kg ha⁻¹ pelos pomares pode ser 97,3; 56,0; 174,0 e 10,2, para os seguintes locais, respectivamente Índia (175 plantas por hectare); Índia (40 frutos por planta e 175 plantas por hectare); Costa do Marfim (híbridos) e Sri Lanka (70 plantas por hectare) (Khan e Venkitaswamy, 2007).

O manual do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013) é o que possui o menor valor de N a aplicar, mesmo sendo recomendações para solos com grande variabilidade física e química, como os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, onde estão instalados os coqueirais neste Estado.

Quanto ao manejo de aplicação, em plantios de sequeiro, os fertilizantes poderão ser aplicados em dose única no final do período chuvoso com a incorporação feita na projeção da copa (Cavalcanti et al., 2009), a aplicação deve ser feita em forma de círculo distante 0,5 m do estipe (Freire et al., 2013) até 1,5 m do estipe (Coconut Research Institute, 2012) ou para plantas em produção, deve ser aplicado em uma faixa a partir de 03, m do estipe a até 1,8m deste (Teixeira et al., 2005).

A intercalação de outras culturas afeta a distribuição de raízes em coqueiros sob solos arenosos costeiros. Nos pomares de coco sem outras culturas havia uma quantidade de raízes maior ou igual do que nos pomares intercalados, porém a quantidade de raízes frescas foi maior nos pomares intercalados com outras culturas, o que resultou em maior zona de absorção de

nutrientes, e nos pomares exclusivos de coco houve mais raízes secas, velhas, pesadas, profundas e escuras (Dhanapal et al., 2013).

Doses de ureia aumentaram o número de folhas de coqueiro anão verde assim como aumentaram também a circunferência e altura do estipe e o número de frutos. Mesmo com uma alta dose de ureia aplicada $2565 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ não foi atingido o nível crítico de N em dois anos de experimento, ainda que a melhor dose para produção de frutos tenha sido de $1437 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (da Silva et al., 2009).

No desenvolvimento de plantas de coqueiro sob fertirrigação com doses de N e K, Matías et al., (2008) observaram que o aumento do número de cachos é influenciado pela aplicação de N, na ocasião foram testadas diversas doses de ureia chegando a até $2850 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e para K chegou-se a até $4750 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Para proporcionar o maior número de flores femininas a dose anual de ureia por planta foi de 1980 g e de K 2470 g . Para o maior número de frutos a dose anual por planta de N foi de 2210 g e de K 2500 g .

Em plantios irrigados e que disponham de injetor de fertilizantes, tanto o N quanto o K podem ser aplicados via fertirrigação (Sobral, 2002).

2.5 – Adubação com Composto Orgânico para Coqueiro

Os solos tropicais apresentam baixa fertilidade natural devido aos seus fatores de formação, que o tornam muito intemperizados, com lavagem de nutrientes através do perfil, presença de minerais do tipo 1:1 ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e pouca acumulação da matéria orgânica. Os Espodossolos dentro deste contexto possuem baixa fertilidade, soma de bases, pouca retenção de água, sendo muito arenosos e hidromórficos. A prática da aplicação de matéria orgânica nesses solos é recomendada para melhorar suas condições químicas (Freire et al., 2013).

A matéria orgânica do solo (MOS) confere fertilidade ao solo, já que suas partículas funcionam como coloides do solo, adsorvendo íons e liberando estes para a solução do solo. Quando a relação C/N é favorável (<20) a MOS fornece N após a decomposição e mineralização do material orgânico, caso contrário será um condicionador de solo por melhorar as condições químicas. Por isso, a aplicação de composto orgânico, pode ser uma opção para melhorar fertilidade limitante destes solos, e também as condições físicas e biológicas (Freire et al., 2013). A matéria orgânica do solo (MOS) pode ser dividida em dois grupos, as substâncias não humificadas (SNH) que são compostos orgânicos não degradados como carboidratos e proteínas que são utilizados como substratos pela biota do solo, e as substâncias húmicas (SH) que são substâncias complexas e heterogêneas com composição química indefinida e que possuem recalcitrância no solo, ou seja, são resistentes à degradação microbiana (Freire et al., 2013).

Diversas espécies de plantas e resíduos animais podem ser utilizados como material orgânico desde que haja cuidado com a sanidade destes resíduos para evitar a propagação de pragas e doenças. Quando se realiza este tipo de adubação nos coqueirais, melhora-se a aeração, estrutura por funcionar como condicionante do solo, e aumenta-se a CTC, assim como a fauna edáfica. Como muitos destes cultivos estão em solos arenosos, naturalmente pobres, nestes casos, assim como a retenção de água. Quanto maior a limitação do solo, mais intensa será a ação do adubo orgânico (Mantiquilla et al., 1994). A melhora das propriedades físicas dos solos pode ser feita pela adição de pó de coco, que é um

resíduo da indústria de fibra de coco. Este rejeito é pobre em nutrientes, mas tem capacidade de reter cargas e é resistente à degradação. Em um solo arenoso a capacidade de retenção de água aumenta 127,7 a 222,4 (g/g) em material fresco e com 20 anos após a aplicação respectivamente, sendo o ótimo de aplicação de 21000 kg ha⁻¹ de pó de coco (Vidhana e Somasiri, 1997).

O composto orgânico pode fornecer até 97 % da CTC do solo e complexar elementos tóxicos como o Al, além de imobilizar temporariamente o P na biomassa, o que diminui a ocorrência de P não lábil. Por aumentar a diversidade de espécies microbianas, diminui a chance de ocorrência de doenças devido a competição, antibiose, parasitismo ou predação e indução sistêmica de resistência do hospedeiro (Freire et al., 2013).

A aplicação de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos agroindustriais e urbanos também tem sido opção importante para o aporte de N nas culturas (Carrijo et al., 2002). A compostagem é a decomposição controlada dos resíduos vegetais e animais e que após a estabilização biológica e térmica, não há risco de haver patógenos, por isso a sua utilização é benéfica à produção (Freire et al., 2013). O processo de compostagem geralmente dura 90 dias até a estabilização térmica, isso se as condições corretas de compostagem, como tempo de realização, umidade e aeração, forem realizadas, no entanto a casca do coco é um material de difícil decomposição e pode levar até 8 anos para ser finalizada, o que nas cidades é um problema importante já que 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo (Carrijo et al., 2002). O manual de recomendação de adubação do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013) recomenda que o uso de composto pode substituir totalmente a adubação nitrogenada mineral, desde que respeitadas as doses equivalentes para o cultivo do coco.

A quantidade recuperada de N presente no adubo orgânico vai variar em função do material utilizado, e das condições que foram feitas a compostagem, porém nas condições fluminenses. Para climas quentes fica em torno de 30 % do que foi aplicada e em regiões frias como a região serrana é de 20 %. Adubos orgânicos com teores de N abaixo de 1,0 g kg⁻¹, ou pouco humificados, imobilizam o N disponível ofertado no solo, ou ainda consomem o N aplicado na forma mineral, podendo também causar anaerobiose temporária nos poros do solo (Freire et al., 2013).

O uso da adubação orgânica nos pomares de coqueiro é otimizado com o uso da fertilização mineral, principalmente os adubos que contêm cloro, que para esta cultura é considerado um macronutriente (Mantiquilla et al, 1994).

Para as áreas de produção do Sri Lanka, Tennakoon e Bandara (2003), coletaram 14 materiais utilizados como adubo orgânico em cinco áreas produtoras de coco. Foram utilizados como adubos excrementos de animais, resíduos de biogás e de decomposição de animais mortos ou abatidos ou resíduos vegetais. Concluíram que o composto orgânico utilizado pode substituir completamente a adubação nitrogenada e parcialmente o P, K e Mg.

Segundo Baloch et al., (2014), com a adoção de novas tecnologias de cultivo para a intensificação da produção, há a necessidade de aumentar a demanda de nutrientes no solo. A oferta destes pode ser otimizada, com a integração de diversas formas de aplicação de nutrientes (Integrated Nutrient Management INM). Este sistema utiliza resíduos orgânicos, biofertilizantes e fertilizantes minerais a fim de combinar melhor sustentabilidade ao solo. Para a aplicação de fertilizantes minerais usa-se a fertirrigação, aplicação direta no solo, ou aplicação no estipe, os autores concluíram que não deve ser usado um único sistema de adubação, e sim combinar adubos orgânicos com inorgânicos.

Diferentes combinações de adubo NPK e de composto orgânico foram avaliadas, e após cinco anos de manejo na cultura do coco, observou-se que não houve diferença na produção e que economicamente o tratamento totalmente orgânico foi o que proporcionou maior retorno (Maheswarappa et al., 2013). Tennakoon et al., (1995). Observaram que o número de flores femininas, frutos e conteúdo de copra por planta de coco ao ano foram maiores na aplicação do composto e fertilizante.

A máxima produção de folhas, espatas e flores femininas por planta foi atingida com o tratamento com metade de dose de N aplicada com composto e a outra metade de adubo mineral, assim como a produção de frutos que também foi máxima neste tratamento. Em todos os tratamentos foi aplicado 20 Kg por planta ao ano do seguinte composto preparado a partir de cal e fosfato de rocha em 0,5 %, aditivos orgânicos tais como biomassa de leguminosas (folhas de glirícidia) ou esterco de vaca e *Pleurotus sajor caju* e *Trichoderma viride* como inoculantes (2 kg por tonelada). Houve um tratamento totalmente orgânico com composto de casca de coco, um tratamento metade com este composto e metade mineral e um

tratamento com composto de torta de nim (10 kg), farinha de osso (2 kg) e cinzas (20 kg) doses por planta. O maior teor de sólidos solúveis foi encontrado no tratamento totalmente orgânico. Estes resultados foram obtidos para coqueiro gigante em solos argilosos na região costeira do norte da Índia, com aplicação equivalente a 500 g de N por planta ao ano e 1,0 kg de ureia no tratamento mineral (Kalpana et al., 2008).

Há na Índia a prática de se fazer vermicomposto com as folhas dos coqueiros para que sejam utilizados como adubo. Em um teste com coqueiro gigante com 22 anos, foi testada a adubação recomendada para o Estado de Kerala – Índia (N:P:K, 500:320:1200 g planta⁻¹ ano⁻¹) totalmente mineral, e com as seguintes proporções 25; 50; 75; 100 % da dose de N com aplicação de vermicomposto. Foi observado que a aplicação isolada de vermicomposto ou de adubo mineral não resultou em incremento de produção de frutos, porém o melhor retorno econômico para a produção de frutos foi a aplicação de 25 % do N na forma de vermicomposto e 75 % com adubo mineral (Maheswarappa et al., 2011).

Em um solo aluvial argiloso no Estado de Assam na Índia, foram testadas combinações de adubação NPK em um pomar do coqueiro híbrido, com doses 0, 1111 e 2222 g de ureia por planta⁻¹ ano⁻¹, sendo que destes, metade foi aplicado na forma de vermicomposto e a outra metade na forma de ureia. Na folha 14 antes do início do experimento foi encontrado 17,5 g kg⁻¹ e atingiu-se ao final 18,8 g kg⁻¹ de N. O melhor rendimento de frutos foi observado na dose de 500 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, e o número de folhas foi de 23,6 a 25 da menor a maior dose de N (Nath et al., 2012).

2.6 – Reação do N no Solo

A dinâmica do N no solo é muito dependente da matéria orgânica, uma vez que não há na natureza fontes minerais de N, salvo raras exceções que acontecem em condições muito específicas. O incremento de N no solo para a agricultura ocorre em função do manejo do solo considerando as entradas do N pela adubação nitrogenada, pela fixação biológica de nitrogênio, o manejo da matéria orgânica e algumas condições atmosféricas específicas. O manejo também é importante para a redução das perdas do N aplicado, de forma a evitar condições que favoreçam as perdas por volatilização, lixiviação, erosão e desnitrificação.

A perda de N por lixiviação é mais intensa nos solos arenosos, quando aplicado na forma de nitrato e, em menor proporção também na forma de amônio (Barlow et al., 2009). Grande parte dos cultivos de coco está estabelecida em Espodosolos, Neossolos Quartzarênicos e outros solos arenosos.

A erosão hídrica causa o empobrecimento dos solos devido ao transporte de nutrientes, os quais são transportados tanto adsorvidos aos coloides do solo quanto solubilizados na água. A perda por erosão pode variar com o sistema de manejo do solo e da dose aplicada do fertilizante, e será mais intensa se a dose aplicada for maior (Bertol et al., 2003). As práticas conservacionistas como o terraceamento, podem amenizar esta forma de perda de nutrientes do solo.

A desnitrificação é o processo respiratório que acontece na ausência de oxigênio, no qual óxidos de N servem como receptores finais de elétrons. É o principal processo biológico no qual o N reativo retorna à atmosfera na forma elementar. Este processo é realizado por um grande número de bactérias anaeróbias facultativas (Novais et al., 2007).

No processo de imobilização haverá a transformação do N inorgânico (que pode ser na forma de ureia) em orgânico, realizado pelos micro-organismos edáficos que incorporam o N inorgânico às suas células (Novais et al., 2007). Parte do N aplicado ao solo sofrerá competição entre a planta e os micro-organismos edáficos. Será preciso suprir os micro-organismos para que a cultura não seja desfavorecida, ou seja, não pode ser aplicada somente a dose de N necessária ao desenvolvimento da cultura.

Outra perda significativa de N no sistema solo-planta relaciona-se à volatilização da amônia (NH_3). Estas perdas dependem do pH do solo. Solos com pH mais ácidos (<5,2) prevalece o amônio (NH_4^+), enquanto em pH acima de 9,2 prevalece o amônia (NH_3) que é altamente volátil (Cantarella, 2007). A aplicação de ureia no solo provoca a elevação do pH e leva a liberação da amônia que pode apresentar perdas que chegam a 44% em citrus (Cantarella et al, 2003).

Nitrato pode mover-se no solo por difusão ou por fluxo de massa. Portanto, a umidade inicial e a direção para a qual a água se move no solo afetam a taxa e quantidade de amônia volatilizada ou nitrato lixiviado (Cantarella, 2007). Ao estudar perdas de nitrogênio no solo pela aplicação da ureia em cana-de-açúcar, Trivelin et al. (2002), obtiveram perdas de 12% do N-ureia em cana planta, principalmente por desnitrificação, e perdas de até 50% do N-ureia aplicado em cana soca na superfície, sendo perdida por volatilização. As perdas foram menores quando a ureia foi incorporada ao solo na cana planta, e na cana soca as perdas foram maiores por não haver incorporação da ureia aplicada.

Independente da forma de perda do N no solo, ou a maneira de amenizá-la é preciso saber que não é possível fazer uma reserva mineral de N adsorvido aos coloides do solo, como pode ser conseguido com outros macronutrientes como K ou Ca, por exemplo, por isso o parcelamento da dose anual de N é importante (Novais et al., 2007). No caso de culturas anuais como o milho, por exemplo, o ideal é aplicar a maior dose quando a cultura requerer este nutriente em maior quantidade, o que ocorre durante o florescimento e o enchimento de grãos. Antes e durante a semeadura faz-se uma adubação com todos os nutrientes necessários inclusive uma parte do N e o restante deve ser parcelado até quando é possível realizar esta operação. Ao estudar o parcelamento de adubo nitrogenado em abacaxi Marques et al. (2011) concluíram que o parcelamento do N aumenta o tamanho dos frutos, o teor de sólidos solúveis e diminui a acidez. No caso do coco, a cultura emite inflorescências e cachos o ano inteiro, por isso quanto mais se parcelar a dose menor será a perda do elemento no solo e melhor será o aproveitamento pela cultura.

A aplicação de ureia nos coqueirais, assim como as demais aplicações de fertilizantes, deve ser distante do estipe a no máximo 1,5 m formando um círculo ao redor da planta (Coconut Research Institute, 2012).

Para o coqueiro gigante, embora seja possível encontrar raízes distantes até 3,7 m do estipe, 70 % de todas as raízes estão distantes em um raio de 1 m do estipe e 85 % das raízes finas estão a 1,5 m do estipe, por isso a aplicação de fertilizantes deve ser feita a 1,5 m do estipe. Cerca de 50 % das raízes estão em uma profundidade de 30 cm, sendo que a gradagem propicia o aumento das raízes (Cintra et al., 1996).

O período seco influencia no aprofundamento das raízes, chegando a até 1,8 m de profundidade contra 1 m no período chuvoso, isto em coqueiro gigante (Cintra et al., 1996). Para coqueiro anão as raízes são encontradas nas seguintes proporções nas profundidades, 21 % das raízes encontram-se até 0,2 m, 32 % entre 0,2 e 0,6 m e 24 % entre 0,4 e 0,6 m, sendo encontradas raízes até 1m de profundidade (Cintra et al., 2005). Também se possível, deve-se aplicar o fertilizante próximo ao ponto de irrigação, porque neste ponto é que se concentra a maioria das raízes (Gomes e Prado, 2007).

A aplicação frequente de pequenas quantidades de nutrientes, entre eles o N, ao alcance das raízes e em solução, é uma das vantagens da fertirrigação. Deve-se, no entanto, considerar o potencial de alteração dos atributos químicos do solo, como a acidificação por uso de ureia e a diminuição da saturação por bases (Sobral e Nogueira, 2008), principalmente em solos com baixos teores de argila e matéria orgânica (Teixeira et al., 2005), como é o caso dos Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos da Baixada Campista. Nestes solos a adubação foliar ou axilar pode ser uma opção importante para fornecimento de ureia complementar às culturas.

2.7 – Nitrogênio no Coqueiro

O N no solo encontra-se de formas diversas, sejam elas inorgânicas, como na forma elementar, amônio, nitrato ou orgânicas como aminoácidos, peptídios e formas complexas insolúveis. As espécies vegetais absorvem principalmente as formas inorgânicas, sendo que as formas orgânicas são importantes em casos específicos de simbiose com micro-organismos como é o caso da soja (Albino e Campo, 2001).

O íon amônio (e não o gás amônia) é a principal forma absorvida pelas raízes que também absorvem nitrato e nitrito. A absorção de amônio é dependente da concentração externa deste íon, havendo uma cinética bifásica que pode ser separada em dois modelos distintos, um saturável de alta afinidade que predomina em baixas concentrações externas de amônio, e outro não saturável de baixa afinidade que predomina quando a concentração externa de amônio está alta, ou seja acima de 1 mM. O sistema de alta afinidade (High-Affinity Transport System - HATS) possui os menores valores de K_m , e o sistema de baixa afinidade (Low-Affinity Transport System - LATS) não saturável é responsável pelo transporte em altas concentrações externas e possui um aumento de atividade linear em resposta à concentração de amônio na solução do solo (Borges et al., 2009). No plasmalema há uma bomba de prótons que hidrolisa ATP e bombeia o íon H^+ para fora da célula. Isto cria um potencial eletroquímico do íon amônio ou nitrato entre o interior e o exterior da célula. O gradiente de prótons gera uma força próton-motriz que direciona os íons H^+ do exterior da célula para o citossol. O gradiente de potencial eletroquímico contribui favoravelmente para a entrada de cátions na célula, o que favorece a absorção de amônio, enquanto que os ânions são absorvidos acompanhando o fluxo de prótons e por isso a absorção do nitrato é um processo ativo secundário com simporte de 2 H^+ (Fernandes, 2006).

O nitrato absorvido deve ser reduzido a amônio por meio de ação sequencial de enzimas nitrato-redutase e nitrito-redutase. O nitrato absorvido pelas raízes pode ser acumulado no vacúolo ou exportado para a parte aérea, onde será reduzido ou acumulado nos vacúolos foliares (Taiz e Zeiger, 2004). Quando a assimilação ocorre nas raízes os aminoácidos resultantes são

transportados via fluxo respiratório pelo xilema, embora o N possa ser transportado via membrana plasmática entre células.

A absorção de amônio é influenciada por diversos fatores externos como a luz, o teor de água no solo, os inibidores metabólicos e a hipoxia. O amônio absorvido pode ser compartimentalizado no interior da célula, podendo uma parte absorvida encontrar-se no vacúolo, no citoplasma, ser assimilada a esqueletos de carbono ou ainda sair da célula por efluxo (Fernandes, 2006).

A incorporação da amônia aos esqueletos de carbono ocorre por meio das enzimas da via glutamina sintetase – glutamato sintase (GS-GOGAT) (Donato et al., 2004). Tanto a redução de nitrato como a assimilação do amônio requerem energia na forma de ATP e poder redutor como NADH e NADPH. Esses processos drenam tanto esqueletos de carbono quanto energia e doadores de elétrons, competindo com o metabolismo do carbono (Fernandes, 2006).

O nível crítico de N na biomassa seca da folha diagnóstico (folha 14) do coqueiro híbrido é de 22 g kg^{-1} (Sobral, 2002), valor este que tem sido aceito também para o coqueiro anão por Teixeira e Silva (2003). Sobral e Nogueira (2008) verificaram para o coqueiro anão os níveis críticos nas folhas 9 e 14 de $19,2$ e de $20,5 \text{ g kg}^{-1}$. IRHO (1974) na Costa do Marfim com coqueirais em solos arenosos obteve uma faixa de nível crítico, entre 20 e $22,0 \text{ g kg}^{-1}$.

A remobilização de N entre as folhas é de $5,18 \text{ g folha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ chegando a 23% do N foliar das folhas velhas e podendo chegar a $49 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, isto para a variedade Anã Malaia com 15 anos de plantio, 8 metros de altura e 13 folhas em média (Broschat, 1997). Para os outros nutrientes o nível crítico em g kg^{-1} para coqueiro híbrido na folha 14 é de 1,2; 14; 2,0 e 1,5 para o P, K, Mg e S respectivamente, o que mostra que o N é o elemento encontrado em maior concentração nas folhas dos coqueiros (Sobral, 2002).

Os sintomas de deficiência de N são: amarelecimento gradual da folha mais velha para a folha mais nova, diminuição do número de flores femininas, e o chamado “ponta-de-lápis” que é um decréscimo do número e tamanho de folhas e estreitamento de estipe (Sobral, 2002).

Os teores internos de N na planta podem estar associados à incidência de pragas e doenças. Sen e Kapadia (1985) observaram no ano agrícola 1980/81 a incidência de *Opisina arenosella* em função de diversas combinações de adubação NPK, e concluíram que as maiores doses de N e de P tornaram as

plantas mais susceptíveis ao ataque deste inseto e as maiores doses de K tornam as plantas mais resistentes. Estes resultados quanto à adubação nitrogenada foram diferentes dos encontrados por Michereff Filho et al., (2008), que associaram adubação química com N e K no ataque do ácaro *Aceria guerreronis* e produtividade do pomar, foi observado a maior produtividade do pomar às maiores doses 1890:1890 g de N:K ao ano (4200 g de ureia), sendo que somente a maior dose proporcionou teores foliares dentro do nível crítico e que o ataque desta praga não associa-se com as adubações potássicas e nitrogenadas.

2.8 – Toxicidade de Amônio em Plantas

O excesso de amônio interfere no balanço de água nas plantas, reduz o fluxo de água das raízes para a parte aérea e, por isso, plantas não tolerantes à seca ficam mais susceptíveis ao excesso de amônio, acarretando sintomas visuais de toxicidade que são folhas secas e enroladas. Outros sintomas de toxicidade de amônio são a clorose, necrose e morte das plantas nos casos mais extremos. O aparecimento de cada sintoma depende da concentração de amônio no tecido vegetal, a relação amônio/nitrato nas células e da concentração de outros nutrientes. A importância da relação amônio/nitrato se dá porque o nitrato pode ser acumulado em grandes quantidades no vacúolo do vegetal sem a necessidade de ser prontamente incorporado a esqueletos de C, já o amônio precisa ser prontamente incorporado (Fernandes, 2006).

O acúmulo de amônio é mais prejudicial às plantas do que as fontes nítricas (Cruz et al., 2008). O menor crescimento das plantas de mandioca cultivadas exclusivamente com amônio foi atribuído à menor atividade fotossintética em função da ação negativa deste íon sobre a condutância estomática. Altos teores internos de amônio na planta podem ocorrer tanto por excesso de absorção como também por falta de esqueletos de carbono para que haja a incorporação. Fatores que afetam a fotossíntese para a formação destes esqueletos são fatores indiretos que também afetam a concentração de amônio (Fernandes, 2006).

O excesso de amônio reduz a produção de ATP nos cloroplastos e nas mitocôndrias. Para amenizar este efeito, o amônio absorvido deve ser rapidamente transformado em formas orgânicas ou armazenado nos vacúolos (Oliveira, 2013).

A comparação entre a aplicação em soja de ureia tratada com inibidor de urease ou não, foi realizada por Krogmeier et al. (1989), que demonstraram que o efeito tóxico nas folhas não ocorre devido ao acúmulo da enzima urease e sim pelo acúmulo de amônio. A queima pode ser causada também devido ao biureto presente na composição da ureia. Quando em altas concentrações o biureto interfere na síntese de proteínas, no metabolismo do N e na atividade de enzimas e quando aplicado junto às sementes pode interferir negativamente na sua germinação (Mikkelsen, 2007).

O problema ocasionado pelo uso da ureia que contém biureto foi maior no passado. A indústria moderna de fertilizantes nitrogenados consegue hoje produzir ureia com concentrações menores de biureto. Para aplicações foliares a ureia não deve conter mais de 0,3% de biureto e no solo o limite é 1,5%, (Brasil, Decreto N° 4.954, de 14 de Janeiro de 2004, 2004). Danos causados pelo biureto contido na ureia em citros foram descritos por Lea-Cox e Syvertsen (1995), é o chamado “yellow tip” que é o amarelecimento das extremidades das folhas mais novas, podendo ainda haver secamento das folhas. Estes sintomas também foram observados por Boaretto et al. (1999), entre duas a oito semanas após a pulverização foliar. O uso de ureia com teor de biureto de até 0,5% na aplicação foliar de N em tangerina traz resultados positivos à elevação dos teores foliares (Khan et al., 2009).

A persistência do biureto no solo é menor em solos que favoreçam a lixiviação, já que este se encontra na fase líquida do solo. Há culturas que são mais sensíveis à aplicação de biureto, como os citros, abacate, batata e abacaxi, mas ainda assim os benefícios da aplicação foliar de ureia com alta concentração de biureto, em culturas perenes, cereais e vegetais foram maiores que os danos. (Mikkelsen, 2007).

Frutíferas mais tolerantes como o abacaxi, suportam concentrações de ureia em aplicação foliar de 2,4 a até 6%, enquanto outras que são mais sensíveis como a videira, o citrus e o mamão, toleram somente concentrações até 0,7%. A partir desse valor ocorrem queimas significativas (Camargo e Silva, 1990), as quais são devido à alta concentração de amônio nos tecidos e pela presença tóxica do biureto na ureia (Camargo e Silva, 1990).

Mesmo que as plantas consigam metabolizar grandes quantidades de amônio sem que sejam demonstrados sintomas de toxidez, estes podem aparecer no decréscimo do número de raízes quando este é aplicado junto ao solo (Oliveira, 2013).

2.9 – Aplicação de Ureia via Axila Foliar

A aplicação foliar de ureia é utilizada em diversas culturas, pois as folhas possuem capacidade de absorver a ureia e afinidade para tal. Por ter a ureia facilidade de penetrar na cutícula vegetal, é utilizada como um adjuvante na aplicação do herbicida glyphosate para o controle de plantas daninhas, devido ao aumento na eficiência de absorção, como atestam Carvalho et al. (2009). A molécula precisa passar por uma camada lipídica mais externa da folha. Neste caso o uso da ureia auxilia na absorção, pois ela tem afinidade com as camadas hidrofílicas e lipofílicas (Durigan, 1992). A difusão facilitada faz com que a ureia atravesse a cutícula foliar sem gasto de energia metabólica do apoplasto ao simplasto foliar, sendo que a energia necessária para tal advém do acúmulo de energia proveniente da transferência de energia cinética das moléculas que se entrecrocaram no nível interfacial da membrana (Carvalho et al., 2009; Durigan, 1992).

Após o fechamento do dossel em algumas culturas anuais, a única opção de aplicação de ureia é na forma foliar, já que não é possível fazer aplicação no solo e todos os tratamentos culturais devem ser feitos por cima do dossel. Em culturas perenes, como os coqueiros que são altos, realizar uma adubação foliar torna-se difícil, além do formato das folhas e da disposição dos folíolos criarem dificuldades adicionais.

Outra forma de aplicação sem que o elemento entre em contato com o solo é a aplicação localizada nas axilas das folhas. Esta forma de aplicação de nutrientes e defensivos agrícolas tem sido estudada para culturas como abacaxi, banana e coco (Malavolta et al., 1981; Dwivedi et al., 1981; Maeda, 2005; Siebeneichler et al., 2008; Monteiro, 2009; Baldotto et al., 2011). A aplicação axilar de fungicidas sistêmicos tem se apresentado como uma técnica promissora destinada ao controle de manchas foliares do coqueiro, como a queima-das-folhas do coqueiro que é causada por *Botryosphaeria cocogena* Sibleau (anam. *Lasiodiplodia theobromae*) e que sucede o ataque dos patógenos causadores das lixas do gênero *Camarotella* spp. Monteiro (2009) testou a aplicação axilar de 50 mL na folha 9 dos fungicidas Ciproconazole, isoladamente ou em associação com Azoxisostrobina, sendo eficiente no controle da doença em coqueiro anão-verde. Resultados de controle de doenças foliares em coqueiro com a aplicação axilar de

defensivos agrícolas também foram observados por Siqueira (2013) no controle de *Lasiodiplodia theobromae* e *Camarotella torrendiella*, agentes causais do complexo lixa-queima das folhas, com o uso de ciproconazole aplicado na folha n° 8 e 9. Em bananeiras fungicidas nas axilas das plantas são utilizados para o controle de doenças como a sigatoka (Nogueira et al., 2006; Gasparotto e Pereira, 2008).

A avaliação da aplicação axilar de nutrientes visando à absorção e distribuição dos elementos nas plantas foi estudada por diversos autores. Em abacaxi Malavolta et al. (1981) testaram a aplicação de monoamôniofosfato e diamôniofosfato marcados com radiofósforo, com presença e ausência de ureia em solução na folha D. Foi observado que a adição de ureia não melhora a absorção das fontes de fósforo, havendo inclusive efeito negativo em alguns casos. A maior parte das fontes de fósforo aplicado foi encontrada nas folhas, havendo também no tratamento com aplicação de Mono-amônio-fosfato axilar, translocação do isótopo de P para as raízes.

Baldotto et al. (2011) testaram a aplicação de fosfatos naturais de rocha, que apresentam baixa solubilidade em água, acrescida de ácidos orgânicos, como o ácido húmico e o ácido cítrico. Estas soluções foram aplicadas na axila basal das folhas dos abacaxizeiros. Os fosfatos aplicados sem a adição dos ácidos orgânicos tiveram desempenho inferior aos que foram solubilizados com estes ácidos.

Maeda (2005) estudou a aplicação axilar de N e K na axila de abacaxi em duas aplicações, a adição de N aumentou o teor foliar deste elemento e do K e a acidez titulável total, e diminuiu o índice de maturação do fruto, porém não teve efeito sobre o comprimento, diâmetro médio do fruto, sólidos solúveis totais e produtividade de frutos.

A aplicação de B via axilar e via foliar foi testada por Siebeneichler et al. (2008), em abacaxizeiro, foi verificado que o teor de B no terço apical da folha foi aumentado aos 370 dias após o plantio. Após esta época o teor de B reduziu-se em 40%, o que pode ser explicado pela remobilização. Por outro lado, não alterou o peso, comprimento e diâmetro dos frutos e pH do suco.

Com coqueiro Dwivedi et al. (1981) testaram a aplicação de fósforo e rubídio marcado para avaliar a eficiência de absorção de diferentes métodos de aplicação. As técnicas testadas foram a injeção de nutriente no estipe da planta, a

aplicação diretamente na raiz da planta, a adubação no solo de 4 maneiras diferentes e a aplicação axilar. O resultado foi observado em períodos de 3 horas a até 24 horas após a aplicação e uma vez por semana a até 30 dias após a aplicação. Para a aplicação axilar foi observado a translocação dos elementos marcados tanto na folha quanto na raiz, desde 12 horas após a aplicação a até 30 dias após a aplicação. Este resultado indica que a axila do coqueiro tem função de absorção de nutrientes na planta e no caso do P, o mesmo foi redistribuído para todas as partes da planta. Os nutrientes da folha durante o seu crescimento e desenvolvimento são em grande parte remobilizados para outros tecidos que não podem ainda sintetizar ou requerem maior quantidade de nutrientes por estar com uma alta taxa metabólica (Fernandes, 2006).

Aplicação axilar em coqueiros foi também testada para KCl em coqueirais no Norte Fluminense em Neossolo Quartzarênico por Ribeiro (2008). A aplicação de KCl foi na forma sólida na axila da folha nove da planta, e o autor observou resposta positiva em relação à produtividade, aos teores de nutrientes, à qualidade do fruto e no teor de K na água e na casca do fruto.

Foi realizado um experimento por Pinho et al. (2008), que testaram a absorção e a redistribuição de boro em coqueiro anão verde aplicado no solo e também pela aplicação axilar. Na ocasião foi testada a aplicação de 30 g de ácido bórico, aplicados na axila da folha 10 e o dobro no solo. Para verificar a redistribuição na planta foram analisados os teores foliares de boro nas folhas 2, 6, 10, 14 e 18 aos dois e aos quatro meses após a primeira aplicação de ácido bórico e aos dois e cinco meses após a segunda aplicação. Independente da forma de aplicação houve redistribuição na planta, o efeito mais duradouro da aplicação foi no tratamento via solo. Os autores concluíram também que a aplicação de boro na axila da folha 10 promove um rápido incremento no teor de boro em folhas localizadas abaixo e acima do ponto de aplicação.

A aplicação foliar ou axilar pode auxiliar a eficiência do uso dos fertilizantes e minimizar o uso destes no solo, tendo em vista as grandes perdas ocasionadas pela aplicação no solo. A aplicação axilar tem a vantagem da proximidade do adubo aplicado em partes da planta que necessitem do elemento. Por outro lado, (Camargo e Silva 1990) indicaram que a aplicação via foliar ou axilar de ureia não pode ser realizada integralmente pela possibilidade de queima,

podendo ser utilizada como uma adubação complementar ou suplementar à adubação mineral ou orgânica no solo.

No entanto, deve-se tomar cuidado com possível toxidez que causa a queima das folhas, sendo que o parcelamento da dose aplicada pode ser uma forma de minimizar estes efeitos tóxicos. Porém, deve-se levar em conta a viabilidade econômica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Quissamã – RJ, na Fazenda Santa Clara sob as coordenadas 22°10,5' S e 41°29,5' O com 5 m de altitude (Figura 5), na região norte do Estado. O clima da região pela classificação de Köppen é considerado tropical úmido (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, sendo a normal climatológica da precipitação pluviométrica em torno de 1.000 mm (Mendonça et al., 2012). O solo possui textura arenosa com 95% de areia, encontrando-se em uma área de restinga da Baixada Campista, sendo classificado como Espodossolo segundo o sistema de classificação brasileira de solo (Carvalho Filho et al., 2003) e como Gleyic Entic Podzols segundo a classificação da FAO (Gardi et al., 2014).

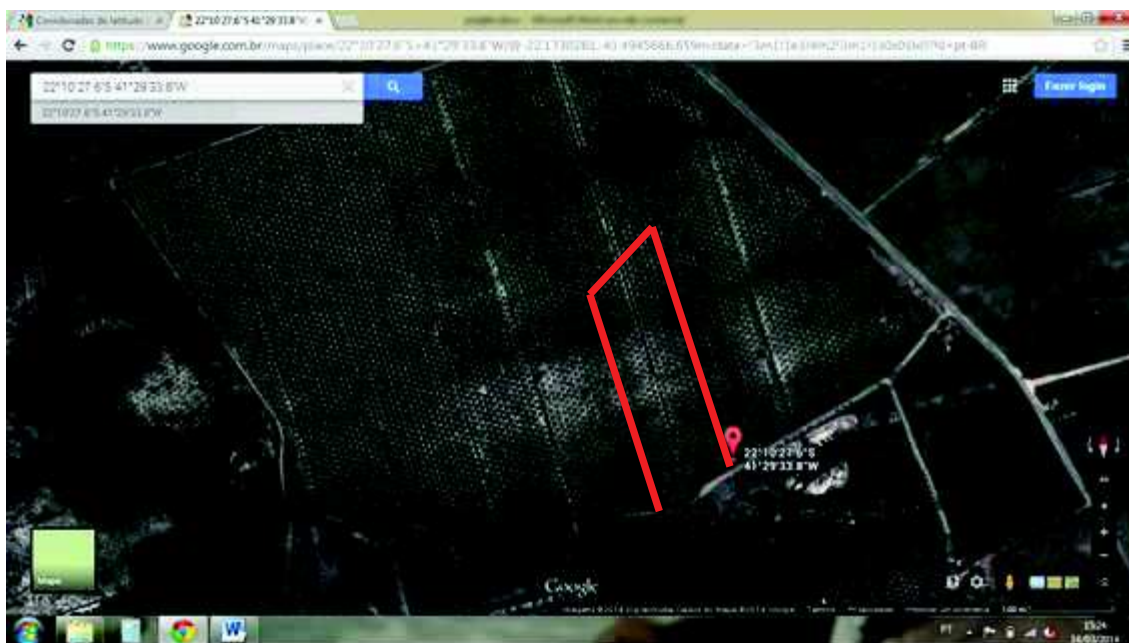


Figura 5: Área experimental delimitada pelas linhas vermelhas e a rua (Google 2014)

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (quatro blocos), sendo cada parcela experimental composta por três plantas úteis, havendo uma planta de bordadura entre cada tratamento na linha. O experimento foi um fatorial $2 \times 2 \times 4$, sendo o primeiro fator a adubação ou não de composto orgânico no solo (CCO ou SCO), o segundo fator foi a forma de aplicação de ureia, na axila ou no solo (AX ou SO), e o terceiro fator foram os quatro níveis de adubação nitrogenada. Os níveis de adubação no solo correspondem a 0, 30, 60 e 100% (N1, N2, N3 e N4) da dose recomendada pela Embrapa (Sobral, 2002), o que para o solo da área selecionada corresponde a 0, 249, 498 e 830 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N ou 0, 553, 1106, 1844 g por planta ano⁻¹ de ureia. Nas axilas foram aplicadas as doses 0; 33,2; 66,4 e 110,66 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, ou 0; 73,78; 147,56 e 245,92 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia, que correspondem a 13,33 % do que foi aplicado no solo durante o ano. A área experimental esta esquematicamente representada na figura 6.

A aplicação de ureia no solo foi realizada a lanço, de forma homogênea, formando um círculo sob a projeção da copa, distante a até 1,5 m do estipe, sendo incorporado ao solo, com posterior irrigação da área (Figura 7).

Na aplicação axilar a ureia foi diluída em água deionizada em concentração máxima de calda de até 20 %, tendo em vista a possibilidade de

queima da axila da planta que acontece com o contato da ureia com as folhas, ou neste caso, a axila. A solução de ureia foi aplicada na axila das folhas oito e nove, em volume de 100 mL por axila (volume previamente determinado em ensaios realizados no local e também determinado por Dwivedi et al., (1981)). Para isso as aplicações foram realizadas diversas vezes para atingir a dose estabelecida para cada tratamento. O tempo entre as aplicações foi de no mínimo 7 dias e realizada com o uso de pulverizadores costais com regulador de vazão (Figura 8).

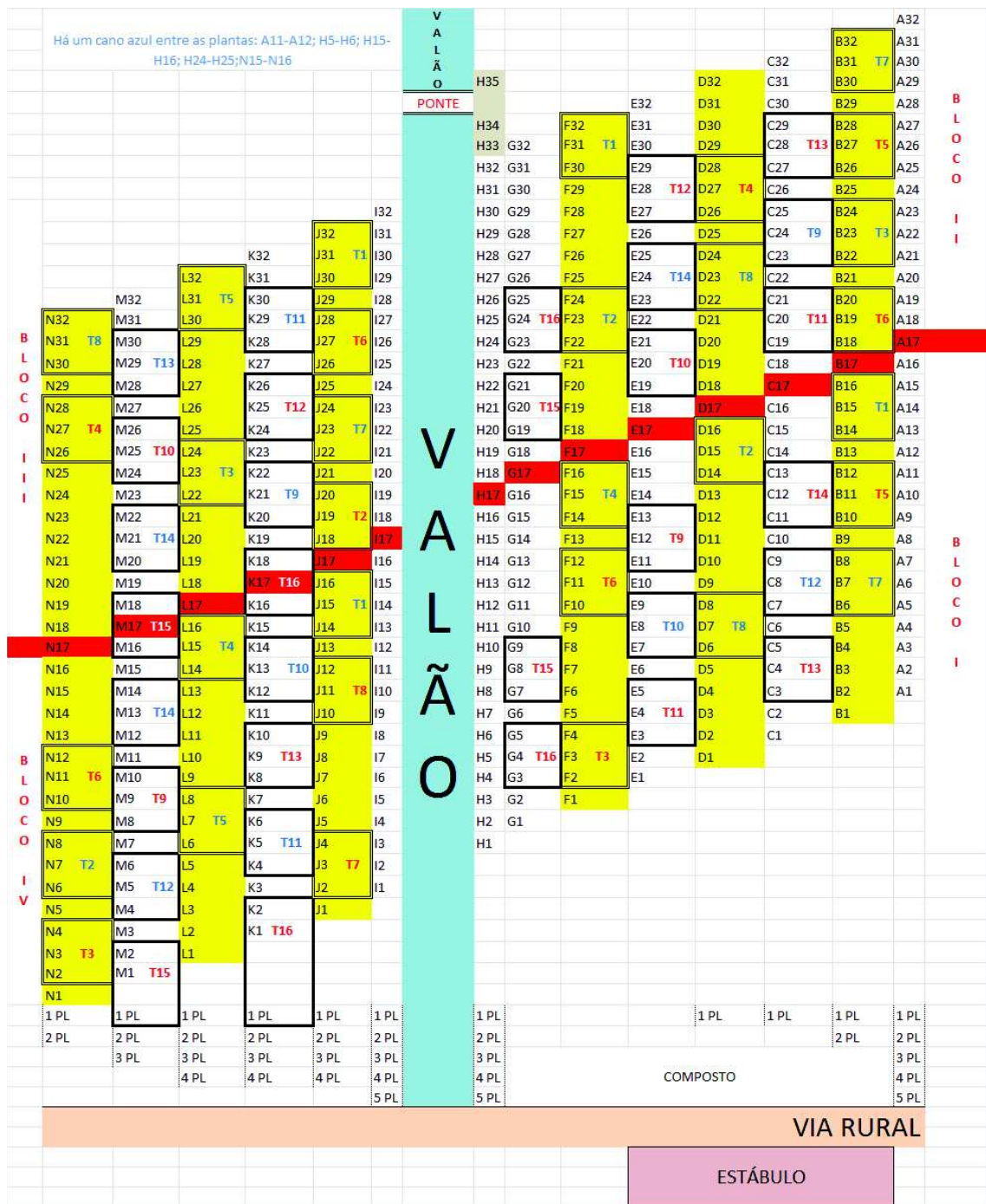


Figura 6: Representação esquemática da área com os devidos blocos e tratamentos. Total de 448 plantas e selecionadas 192 plantas úteis para compor o experimento. Cada parcela foi composta por 3 plantas mais uma planta de bordadura entre cada tratamento.

A



B



Figuras 7: Aplicação (A) e incorporação da ureia (B) (fotos do autor).

A



Figura 8: Registro da condição da axila (A) e do procedimento para a aplicação de ureia na axila da folha 9 (B) (fotos do autor).

O composto orgânico aplicado foi produzido a partir do resíduo das cascas de coco da indústria envasadora da cooperativa de Quissamã, que após serem destrinchadas foram utilizadas como cama de gado por uma semana, foram retiradas, enleiradas e irrigadas por seis meses e a compostagem foi terminada quando atingiu-se a estabilização térmica, as características químicas do composto encontram-se na tabela 4, assim como a quantidade total de nutrientes aplicados via composto por planta (tabela 6). O composto foi aplicado na projeção da copa nos referidos tratamentos duas vezes no ano, uma no início do experimento, o que coincidiu com a primeira aplicação de ureia na axila e no solo, em um volume de 80 L e outra sete meses após a primeira aplicação, sendo de 100 L por planta (figura 9).

Os demais nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes) foram aplicados de acordo com a recomendação do manual da Embrapa para a cultura, de acordo com as características químicas do solo (Tabela 3) (Sobral, 2002), desconsiderando-se o que foi adicionado com o composto.

A



B



C



D



E



F



Figura 9: Diferentes etapas do processo de obtenção do composto. Chegada e descarregamento dos resíduos (A e B); uso como cama de gado e enleiramento e compostagem (C e D); sendo aplicado e distribuído sob a copa (E e F) (Fotos do autor).

As irrigações foram diárias e suplementares, a vazão ajustada dos bicos de aplicação foi de sete milímetros, sendo o sistema utilizado a microaspersão com um ponto por planta, por 30 minutos por dia. A propriedade possui 80 hectares irrigados de coco, e somente um sistema de irrigação, o que torna o turno de rega curto, já que são 14 áreas a serem irrigadas por dia. Durante o período do experimento a bomba quebrou e a área ficou sem irrigação por um mês.

O plantio foi feito em camalhão, pois a área possuía problemas de alagamento na época do plantio do coco. Aos cinco anos após o plantio foi realizada uma vala de drenagem. Estas duas obras combinadas dificultaram o armazenamento de água no solo. A região possui limitações climáticas devido à baixa precipitação (Figura 10), e edáficas para a acumulação de água no solo, por conta da textura do solo.

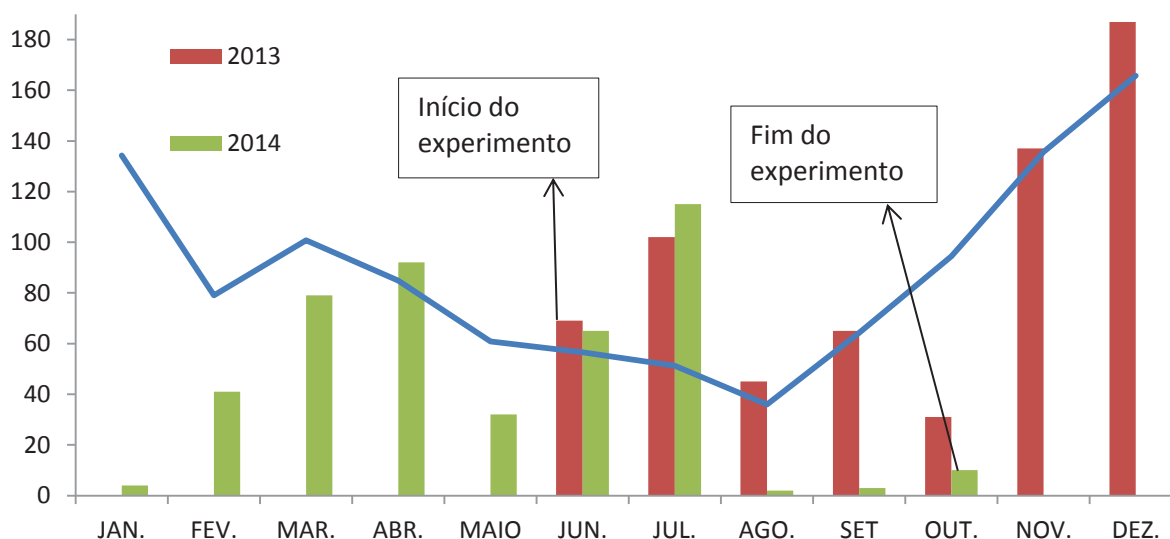


Figura 10. Precipitação acumulada mensal no ano de 2013 e no ano de 2014, durante o período experimental. As barras correspondem à precipitação observada no ano e as linhas correspondem à média histórica mensal observada entre os anos de 1967 e 2014 (Dados da Prefeitura de Quissamã-RJ).

Foi realizado o controle de plantas daninhas com glifosato em área total antes da implantação do experimento e com capina mecanizada ao longo do período. O manejo de pragas e doenças foi realizado de acordo com a necessidade e seguindo os tratamentos já realizados rotineiramente pelo produtor.

No momento da implantação do experimento foram coletadas quatro amostras simples que compuseram uma única amostra composta de solo por

bloco, cuja análise química encontra-se na tabela 3, assim como as folhas diagnósticas (folha 14) (tabela 5), e das variáveis agronômicas da cultura (frutos, cachos, espata, inflorescências vivas e mortas) em todas as plantas da área experimental. As avaliações dos atributos agronômicos foram realizadas para todas as plantas aos 0; 74; 186; 256 e 331 dias após o início do experimento, sempre antecedendo as aplicações dos parcelamentos dos adubos, exceto a primeira avaliação que ocorreu no tempo zero que foi antes do primeiro parcelamento, e a avaliação aos 331 dias que ocorreu 75 dias após o último parcelamento.

Os frutos foram coletados aos 256 dias após o início do experimento somente nos manejos com aplicação de ureia no solo, sendo excluídos os manejos com aplicação axilar de ureia pela dificuldade de operacionalização do processo. Foram selecionados os cachos mais velhos e que contivessem no mínimo seis frutos por cacho, somente uma planta por tratamento. Foram medidos os pesos dos frutos, o volume de água interno e o volume total dos frutos, que foi obtido submergindo totalmente o fruto em um vasilhame cheio de água e avaliado o volume de água transbordada.

Para a determinação dos nutrientes nas folhas diagnósticas (folha 14) foram selecionados três folíolos de cada lado da sua parte central, tendo as pontas cortadas ficando com cerca de 10 cm da parte central. Os folíolos foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa por 72 horas com temperatura de 60°C. Foi retirada a nervura central dos folíolos já secos e moídas em micromoinho (Sobral, 2002) e em seguida as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica seguido de determinação dos teores de N pelo método semimicro Kjeldahal. Outras amostras dos folíolos secos foram submetidas à digestão Nítrico-perclórica em seguida determinado os teores de Ca, Mg, K, Na e P (do Carmo et al., 2000).

Tabela 3. Caracterização química do solo do coqueiral selecionado para a instalação do experimento.

		Solo (profundidades em centímetros)					
		Entre Linha			Linha plantio		
Unidade		0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40
Ph		5,6	5,2	5,5	5,7	5,3	5,0
P*	mg dm ⁻³	6	5	3	6	4	4
K		25	14	9	15	13	14
Ca		2,4	0,8	0,7	2,6	1,7	1,1
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,0	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
Al		0,0	0,20	0,05	0,0	0,13	0,2
H + Al		2,9	2,5	1,6	2,0	2,7	2,4
Na		0,08	0,05	0,043	0,08	0,08	0,07
SB		3,6	1,2	1,0	3,3	2,2	1,4
T		6,4	3,7	2,6	5,3	4,9	3,8
T		3,6	1,4	1,0	3,3	2,3	1,6
M		%	0	15	8	0	6
V	55		33	34	62	44	37
MO	mg dm ⁻³	31,4	17,9	13,2	26,5	24,3	20,0
Fe		5,3	4,9	3,6	5,2	5,2	5,2
Cu		0,13	0,1	0,1	1,15	0,2	0,25
Zn		1,8	0,4	0,6	8,5	1,7	1,3
Mn		2,7	0,6	0,8	3,6	1,0	0,9
B		0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3

*Extrator Norte Carolina; MO = matéria orgânica.

Tabela 4. Caracterização química* do composto orgânico utilizado

pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	MO
g kg ⁻¹						
6,4	12,3	2,6	5,9	5,4	2,1	161,4
Fe	Cu	Zn	Mn	C	U	
mg kg ⁻¹					%	
2816	19	50	92	82,4	41,6	

* Digestão total

Tabela 5. Teor de nutrientes nas folhas do coqueiral antes da instalação do experimento, com base na análise nutricional da folha diagnóstico (folha 14). (Média de 4 repetições)

C	N	P	K	Ca	Mg	Na
%	g kg ⁻¹					
24,8	14,0	1,0	15,6	2,0	3,4	3,7

Tabela 6: Quantidade total de nutrientes aplicados via composto por planta (g)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
148,7	31,4	71,3	65,3	25,4	34,0331	0,2297	0,6043	1,1119

A quantidade ofertada às plantas de N via composto orgânico foi de 148,7 g. A quantidade aplicada de adubo nitrogenado mineral nos manejos que estiveram sob adubação com composto orgânico, foi a mesma dos manejos que não receberam a aplicação do composto.

A análise estatística foi realizada do software SAEG, sendo selecionados modelos de regressão em função das doses aplicadas no solo e na axila, somente para as variáveis cujas doses de N foram significativas. As equações foram selecionadas principalmente com base na significância dos coeficientes de regressão, sendo aceitas aquelas com até 10% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas, pela análise de variância (ANOVA), para o nível de aplicação (solo ou axila) nos teores de N aos 74 e aos 331 dias após o início das aplicações (tabela 7), e nos teores de P e de Ca. Também foram observadas diferenças significativas nas interações local x nível de aplicação de ureia para os teores de N, P e de Mg aos 331 dias após o início das aplicações, indicando que a aplicação da ureia altera os teores foliares desses nutrientes e depende do local de aplicação da ureia (solo ou na axila).

Não foram observadas diferenças significativas em relação à aplicação do composto, do local de aplicação e nas demais interações entre esses fatores para o teor foliar de P, K, Na, Ca e Mg (tabela 7).

Tabela 7. Quadrado médio do resíduo e significância (**, *, */* = em 1, 5 e 1 %, respectivamente) da análise de variância do teor de nutrientes em folhas de coco, submetido à aplicação ou não de composto orgânico e quatro níveis de ureia aplicadas no solo ou na axila da folha 8 e 9 do coqueiro.

	GL	Teor aos 74 dias		Teor Foliar ao Final do Experimento (331 dias)				
		N	N	P	K	Na	Ca	Mg
CO	1	2,9886	0,0005	0,0031	14,1564**	0,0014	0,2968	0,0234
LOCAL	1	0,9826	1,5563	0,0008	0,2377	0,2627	0,0056	0,0420
NÍVEL	3	13,0738 **	8,4874 **	0,0324**	1,9068	0,1931	0,5057*/*	0,0396
CO.LOC	1	3,2086	0,2162	0,0128	20,1377**	0,0352	0,4274	0,4105
CO.NÍV	3	0,8108	0,1891	0,0003	1,9014	0,0097	0,0633	0,1276
LOC.NÍV	3	2,4161	4,2054 **	0,0162*/*	3,5452	0,0393	0,3695	0,3516*/*
CO.LOC.NÍV	3	0,5893	0,3112	0,0116	2,2068	0,2493	0,0334	0,0492
BLOCO	3	1,3395	21,4038 **	0,0186*	5,5339*	1,3735**	4,1953**	1,9335**
RESÍDUO	45	1,7519	0,9616	0,0066	1,6638	0,1645	0,2086	0,1430
CV		8,5189	9,1215	9,3477	14,374	17,316	22,852	18,390

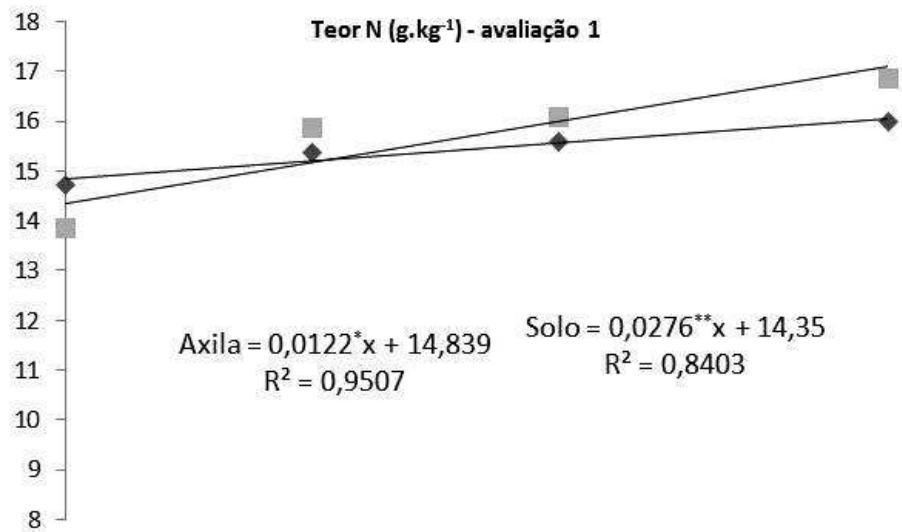
Após o primeiro parcelamento o teor foliar de N foi crescente em função das doses de ureia tanto para a aplicação na axila quanto para a aplicação no solo aos 74 dias (figura 11 A). O incremento percentual no teor foliar de N do nível zero de ureia até o nível 100% foi maior na adubação com ureia aplicada no solo, (19,23 %) do que e de quando a aplicação de ureia foi aplicada na axila (8,22 %).

Após o terceiro e último parcelamento (331 dias) o incremento percentual de N em função dos níveis testados foi maior na adubação feita no solo, 23,89 % e de 8,14 % quando a aplicação de ureia foi feita na axila. O teor foliar de N diminuiu da avaliação aos 74 dias para a avaliação aos 331 dias e em nenhuma das duas avaliações foi alcançado o nível crítico de N de acordo com IRHO (1974), Sobral (2002); Srinavasa Reddy et al. (2002); Teixeira e Silva (2003); Sobral e Nogueira (2008); Nath et al. (2012).

No primeiro parcelamento a quantidade aplicada de ureia na maior dose no solo foi de 614,81 g planta⁻¹, bem acima do total anual recomendado pelo manual de adubação do Estado do Rio de Janeiro (Freire et al., 2013), que é 355,56 g planta⁻¹, e os teores foliares ficaram abaixo do nível crítico indicando que para as condições de plantio fluminenses, notadamente os Espodossolos, a recomendação de aplicação de N necessita ainda de ajustes.

Mohandas, (2012) testou 27 níveis de adubação NPK em um cultivo de híbridos na estação experimental de Veppankulam – Índia, três destes tratamentos foram similares com os realizados neste experimento, onde foi testado três níveis de ureia: 0, 1112, 2223 g de ureia planta⁻¹ ano⁻¹ onde obteve-se teores foliares, para a doses zero de ureia de 11,7; 11,2 e 11,4 g kg⁻¹ do primeiro ao terceiro ano, para a dose 1112 g de ureia, (que foi próximo ao nível 60 % do presente trabalho), aumentou o teor foliar para 13,6; 13,1 e 14,1 g kg⁻¹ do primeiro ao terceiro ano, e na dose 2223 g de ureia os teores foliares foram 12,8; 12,2 e 12,6 g kg⁻¹ do primeiro ao terceiro ano de adubação. Estes valores estão próximos aos encontrados no trabalho aqui apresentado na última avaliação realizada aos 331 dias após o início do experimento para o nível 100% de ureia que corresponde a 1844 g de ureia por planta ano⁻¹.

A



B

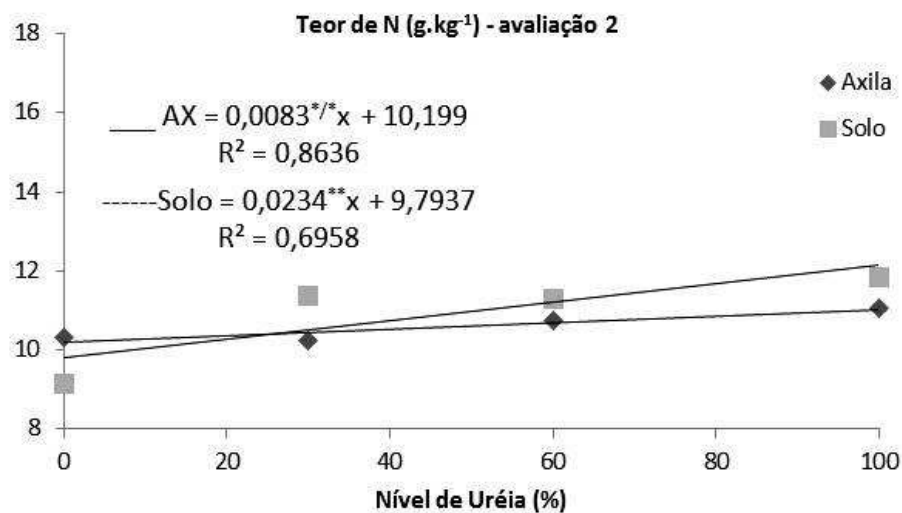


Figura 11. Teor de Nitrogênio na folha 14 de plantas de coco. Avaliação 1 aos 74 dias e avaliação 2 aos 331 dias após o início das aplicações de ureia na axila das folhas ou no solo. Nas equações **, *, */* indicam coeficientes significativos em 1, 5 e 10 %, respectivamente.

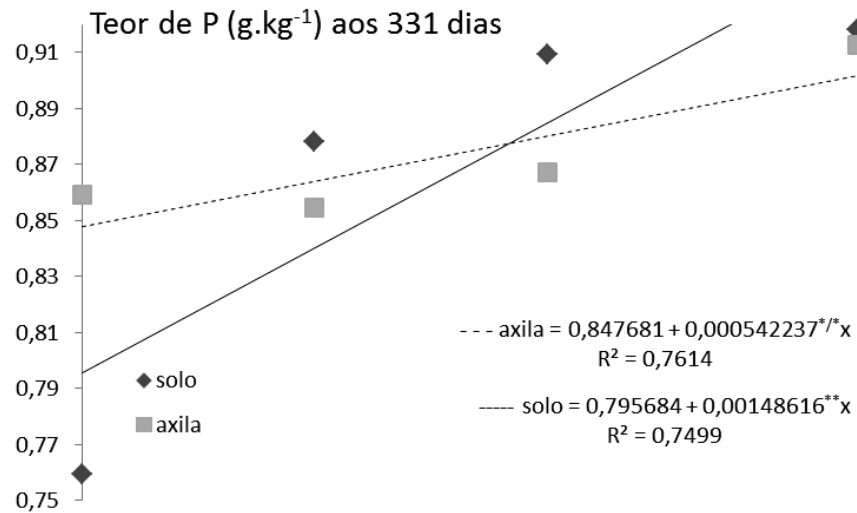
Os teores foliares dos demais macronutrientes encontram – se na figura 12. Para o P as doses crescentes de ureia aplicadas no solo ou na axila proporcionaram aumentos crescentes e lineares (Figura 12A), para o Ca, no entanto (Figura 12C), foi decrescente em função do nível de ureia aplicado, indo de 2,15 no menor nível de ureia para 1,83 g kg⁻¹ no maior nível testado, mantendo-se abaixo do nível crítico para a cultura 5,0 g kg⁻¹ (Sobral, 2002; da Silva et al., 2009).

Os níveis crescentes de ureia proporcionaram redução linear no teor foliar de Mg quando a aplicação da ureia foi no solo e aumento linear quando a aplicação foi axilar. O Mg ficou acima do nível crítico foliar (Figura 12B) (que está entre 2,0 – 2,4 g kg⁻¹ para o coqueiro de acordo com da Silva et al.(2009)) quando a ureia foi aplicada na axila. Na aplicação da ureia no solo, a partir do nível 60% de ureia aplicada, os teores foliares de Mg ficaram abaixo do nível crítico. Para aplicação de ureia no solo provavelmente houve competição pelos sítios de absorção entre a ureia e o Mg que possuem a mesma carga (Freire et al., 2013; Novais et al.,2007), porém quando a ureia foi aplicada na axila, o teor foliar de Mg foi favorável em função deste, e não havendo competição pelos sítios de absorção, e quanto mais a planta absorveu ureia via axila mais absorção de Mg aplicado no solo também ocorreu, indicando uma questão positiva da aplicação da ureia na axila das folhas.

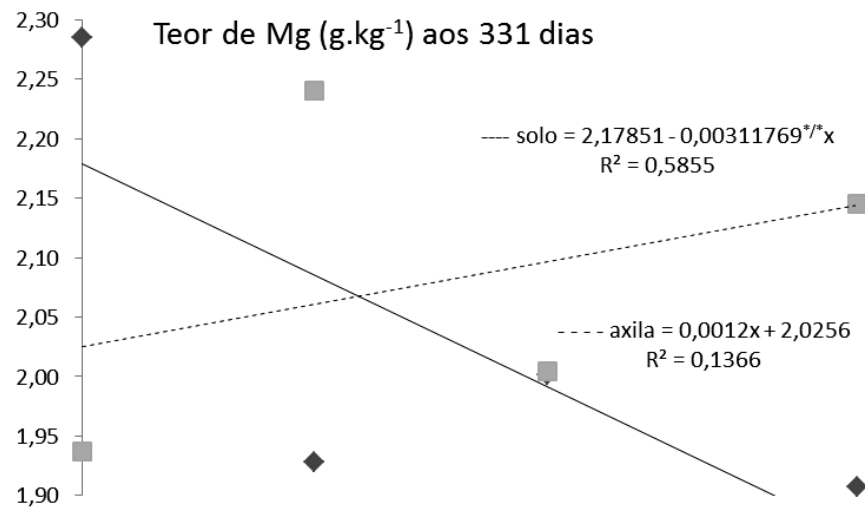
Para o K o teor médio na folha foi de 8,97 g kg⁻¹, valor abaixo do nível crítico estabelecido para a cultura que de acordo com Sobral (2002) e da Silva et al. (2009) é de 14,0 g kg⁻¹.

O teor médio de Na foi de 2,34 g kg⁻¹ na avaliação aos 331 dias, tendo diminuído em relação ao início do experimento que era de 3,7 g kg⁻¹. Mas, permanecendo dentro do nível crítico foliar previsto para o Na que é de 2,0 g kg⁻¹ (Holanda et al., 2007).

A



B



C

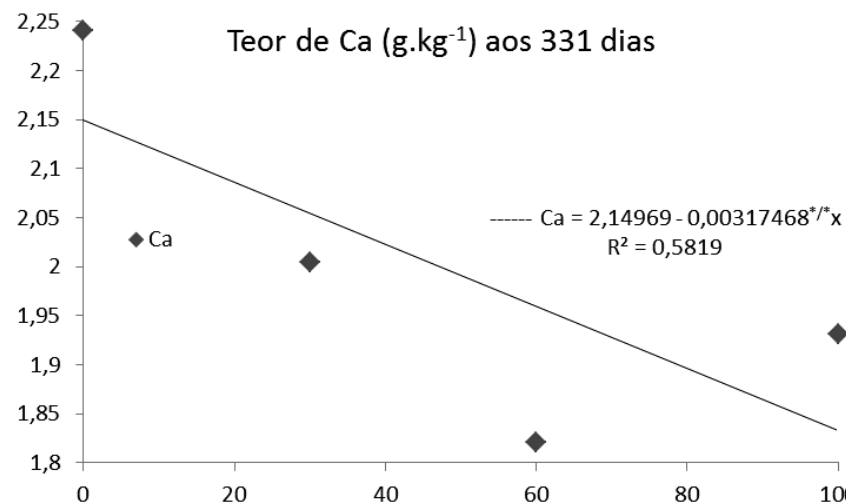


Figura 12. Teor de P, Mg e Ca na folha 14 de plantas de coco. Avaliação aos 331 dias após o início das aplicações de ureia na axila das folhas ou no solo. Nas equações **, *, */* indicam coeficientes significativos em 1, 5 e 10 %, respectivamente.

Nos atributos agronômicos foi observado pela ANOVA (tabela 8) que para os locais de aplicação foi observado efeito para folha, espata, frutos, produção futura (inflorescências vivas e espatas), número de frutos por cacho e produção total (espatas, inflorescências vivas e cachos), onde a aplicação da ureia no solo proporcionou maiores valores que a aplicação na axila das folhas (Tabela 9). Foi observado efeito do nível de ureia aplicada para todas as avaliações agronômicas exceto número de inflorescências mortas.

Houve interação para local de aplicação X níveis de adubação (tabela 9), na avaliação do experimento aos 331 dias, para o número de espatas, produção futura (espatas e inflorescências vivas) e produção total (espatas, inflorescências vivas e cachos), onde foram observados incrementos lineares com o aumento das doses de ureia aplicada tanto no solo quanto na axila (Figura 13 e 14). Os incrementos observados entre o nível zero e 100% de ureia aplicada foram percentualmente maiores para a aplicação no solo comparativamente às aplicações nas axilas.

Tabela 8. Quadrado médio do resíduo e significância (**, *, */* = em 1, 5 e 10 %, respectivamente) da análise de variância de características de produção de coco, submetido à aplicação ou não de composto orgânico e quatro níveis de ureia aplicadas no solo ou na axila da folha 8 e 9 do coqueiro

Variáveis Agronômicas ao final do experimento										
	GL	Folhas	Espatas	Infl. Vivas	Infl. Mortas	Cachos	Frutos	Infl. Vivas e Espatas	Frutos por cacho	Espatas, Infl. Vivas e Cachos
CO	1	8,3377	0,3025	0,7700 */*	0,0110	0,0535	53,7289	0,1073	1,4520	0,0093
LOCAL	1	30,8580 **	0,9168 *	0,6440	0,0127	1,7515	464,9414 **	3,0976 *	6,4632 *	11,68785 *
NÍVEL	3	38,5804 **	2,6213 **	0,9015 *	1,6198	3,3579 *	333,6237 **	6,0291 **	8,2205 **	17,1034 **
CO.LOC	1	0,1040	0,2836	0,9801 */*	0,5439	0,4241	0,0506	0,2093	0,0036	0,0038
CO.NÍV	3	0,4403	0,0733	0,1994	0,1301	0,9601	31,3295	0,3504	0,3440	1,2761
LOC.NÍV	3	6,5931	0,8603 *	0,4310	0,6782	1,0154	68,3457	2,2536 **	1,3507	4,5448 */*
CO.LOC.NÍV	3	3,5598	0,1167	0,1729	0,3889	1,2280	14,2095	0,4955	2,8863	1,5244
BLOCO	3	11,3494 *	0,2968	0,2139	0,7959	1,3154	35,7664	0,6122	3,6881 */*	0,7584
RESÍDUO	45	3,7022	0,2056	0,2715	0,1127	1,0586	47,9478	0,4367	1,3915	1,6218
CV		8,3728	36,546	32,565	53,648	21,056	36,076	23,264	30,339	16,481

Tabela 9: Valores médios para os atributos agronômicos de plantas de coco submetidas à adubação com ureia via solo e via axila das folhas aos 331 dias após o início das aplicações

Axila	Solo	Axila	Solo
Número de folhas		Número de espatas	
22,29 B	23,68 A	1,1209 B	1,3603 A
Número de inflorescências vivas		Número de inflorescências mortas	
1,4997 A	1,7003 A	1,9803 A	1,9522 A
Número de cachos		Número de frutos	
4,6791 A	5,0937 A	16,4987 B	21,8894 A
Produção futura		Produção total	
2,6206 B	3,0606 A	7,2997 B	8,1544 A
Frutos por cacho			
3,5705 B	4,2060 A		

As letras diferentes na horizontal indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey até 10%. (Média de 4 repetições)

Tabela 10: Valores médios em mg kg⁻¹ para os teores de K e Na obtidos na água dos frutos das plantas de coco submetidas à adubação com ureia via no solo adicionadas ou não de composto orgânico.

Com composto	Sem composto	Com composto	Sem composto
K		Na	
1845,00 A	1911,25 A	41,5312 B	49,9250 A

As letras diferentes na horizontal indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey até 10%. (Média de 4 repetições)

Quanto às inflorescências vivas somente o manejo de adubação no solo obteve respostas crescentes em função da dose, e quanto às inflorescências mortas estas tiveram decréscimo linear no manejo axilar e foi indiferente no manejo no solo (Figura 14).

Antes de iniciar as aplicações de ureia o número médio de folhas da área experimental era de 18,13 e o número de folhas após um ano de adubação para o manejo no solo foi de 26,1 e no manejo axilar foi 23,3, o que representa respectivamente um aumento de 44 e 28,5 %. A quantidade final de folhas ficou abaixo do que preconiza Ohler (1999), que para coqueiro anão deve estar entre 25 a 28 folhas. Da Silva et al. (2009) em um experimento de 23 meses de duração com aplicação de 300 – 5700 g de ureia por planta ao ano, obtiveram aumento de folhas em função da dose de N onde chegou a produção de 22,76 folhas com uma dose de 5700 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia, ou seja, com uma aplicação três

vezes maior que a do presente experimento (que foi $1844 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ureia) para a aplicação realizada no solo obtiveram menor número de folhas, e também não alcançou o nível crítico de N para a cultura.

O resultado final do número de folhas pode ser considerado satisfatório em função do curto período de experimento. Doses maiores de ureia, ou um número maior de parcelamento da dose, poderiam resultar em resposta quadrática, em um período experimental de um ano. Por outro lado, um período experimental de ao menos dois anos, pode ser contabilizado o primórdio foliar em função das respostas à aplicação (Castro, 2007). Experimentos de longos prazos revelam melhor os resultados da adubação (Khan e Venkitaswamy, 2007), ainda assim, o aumento observado do número de folhas, mesmo com o curto período deste experimento revela diferentes repostas da cultura em função da adubação nitrogenada no período de um ano.

A fenologia diz que a condição de uma folha retrata não somente as condições atuais de adubação, mas também condições desta que aconteceram há 22 meses, quando esta fazia parte do primórdio foliar, e as condições ambientais que existem na época do primórdio foliar vão interferir no desempenho desta folha até o fim do seu ciclo (Castro, 2007). Isto por si só já justificaria experimentos com esta cultura de no mínimo 22 meses, porém este experimento durou 11 meses e obteve resposta crescente do teor foliar de N em função da dose aplicada de ureia, ainda que não tenha sido obtido o teor foliar adequado, houve uma resposta. No começo do experimento o baixo número de folhas (18) mostrou que as adubações anteriores não foram favoráveis e a resposta obtida mostrou que as plantas responderam prontamente a adubação tanto para a aplicação no solo quanto na axila.

A diminuição no teor foliar em todos os tratamentos é explicada pelo aumento do número de folhas em todos os tratamentos testados, por isso a quantidade de N que havia na planta foi diluída pela quantidade maior de biomassa viva de folhas suportada pela planta. Outro critério que influencia o teor foliar é a escolha da folha diagnose que é em função da sua localização na planta, e que melhor representa a relação da translocação de nutrientes imóveis e móveis. A folha diagnose na cultura do coco usualmente é a folha 14, que é a folha mediana de uma planta adulta (Silva e de Faria, 2001), mas aos 74 dias havia em média 18,13 folhas (folha mediana, neste caso seria a folha 9) e aos

331 dias havia 24,71 folhas (folha mediana é a folha 12). Neste experimento não foram comparados os teores foliares das folhas medianas e sim da folha diagnóstica n° 14, por isso não foi observado o possível aumento do teor foliar da folha mediana, e sim a diminuição do teor foliar da folha diagnóstica, uma vez que outros eventos fenológicos ocorreram como o aumento do número de folhas e outros órgãos que competiram pelo N absorvido pela planta.

A época de amostragem também é muito importante, pois há diferenças no número de folhas em função do estágio fenológico (de Souza et al., 2011), essa representação fica difícil ainda mais em um pomar em recuperação, como foi o caso do presente experimento. As folhas demoram cerca de dois anos para que o primórdio foliar se transforme na folha lança (Castro, 2007), ao final deste experimento foi possível observar os primeiros efeitos da adubação na formação de novas folhas e na manutenção das folhas já existentes devido ao maior aporte de ureia para aplicação tanto no solo quanto na axila.

O incremento percentual no número de frutos entre o menor e o maior nível de adubação com ureia aplicado foi de 73,3 % e 63,5 % quando se fez adubação no solo e na axila, respectivamente. Os atributos agronômicos relacionados com a produção (número de cacho, frutos e frutos por cacho) tiveram aumento crescente e linear em função das doses de ureia aplicadas. Por outro lado, a produção que foi aqui contabilizada, não esteve sob efeito da adubação durante todo o seu desenvolvimento, já que o primórdio floral começa a ser desenvolvido 33 meses antes da abertura da flor (Castro, 2007) para depois virar cacho e haver o enchimento dos frutos. Neste caso a adubação influenciou somente nos últimos meses dessa produção, mas ainda assim foi possível observar uma resposta favorável à recuperação da produção em função das doses crescentes de ureia aplicadas. Teixeira et al., (2005), em um experimento com 42 meses de duração e três colheitas de frutos, somente obtiveram resposta da aplicação de N (NH_4NO_3) no número de frutos por cachos na última avaliação do experimento. Já Sobral e Nogueira (2008) em um experimento de 52 meses com níveis de 300 a 5700 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia, obtiveram a produção máxima de frutos com a dose 3813 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia. Matías et al., (2008) em um experimento de um ano de duração com doses de N 333 - 6333 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia e K, e concluíram que a dose 4667 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia e 3500 g planta⁻¹ ano⁻¹ de K foi a que ofereceu a melhor produção de flores femininas, que

acarretou em um maior volume de água, sólidos solúveis totais, número de frutos por cacho e de número de frutos com uma média de 11,26 frutos por planta. Da Silva et al., (2009) trabalharam em um período de 23 meses de adubação com doses de N variando entre 300 - 5700 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia e K, observaram um aumento quadrático do número de frutos com máxima produção de 157,75 frutos (12 frutos por colheita) com a dose de 1437 g planta⁻¹ ano⁻¹ de ureia. Estes resultados indicam que o tempo de respostas do coqueiro na produção e as doses que proporcionam a produção máxima são muito variáveis, devendo-se realizar experimento mais regionais para dar melhores indicações do manejo a ser adotado.

O incremento percentual dos órgãos de reprodução (Figura 13) foi maior para os manejos de adubação no solo (170% para espatas, 52% para inflorescência viva) do que para a aplicação na axila (66% para espatas, 0% para inflorescência viva) exceto para o número de cachos que teve maior incremento para a adubação axilar (73 %).

Foi considerado que espata + inflorescência viva é igual a produção futura e que espata + inflorescência viva + cachos é igual a produção total. Tendo em vista que cada espata dá origem a somente uma inflorescência viva e que esta dá origem a somente um cacho a somar as três variáveis pode ser realizada sem que seja necessário ponderar. Foram observados aumentos crescentes e lineares (Figura 14) para produção futura e total. O incremento percentual (do nível zero de adubação com ureia até o nível 100%) da produção futura e produção total (Figura 14) para aplicação de ureia no solo foi maior do que para a aplicação axilar, embora com a aplicação axilar o nutriente seja colocado mais próximo aos órgãos de reprodução. Por outro lado, a aplicação anual axilar foi somente 13 % daquela aplicada no solo, e ainda assim foi observado o efeito dos níveis de ureias aplicados nas axilas promovendo incrementos lineares na produção futura e total, indicando a potencialidade da aplicação da ureia via axila nos coqueiros. A variável produção futura e produção total indica o potencial de produção que pode haver até o começo de enchimento de grãos da inflorescência mais velha, e todo o potencial suportado pelo vegetal de exportação de nutrientes que não são relativos à manutenção do vegetal (crescimento da parte aérea, raízes, respiração, e outras funções).

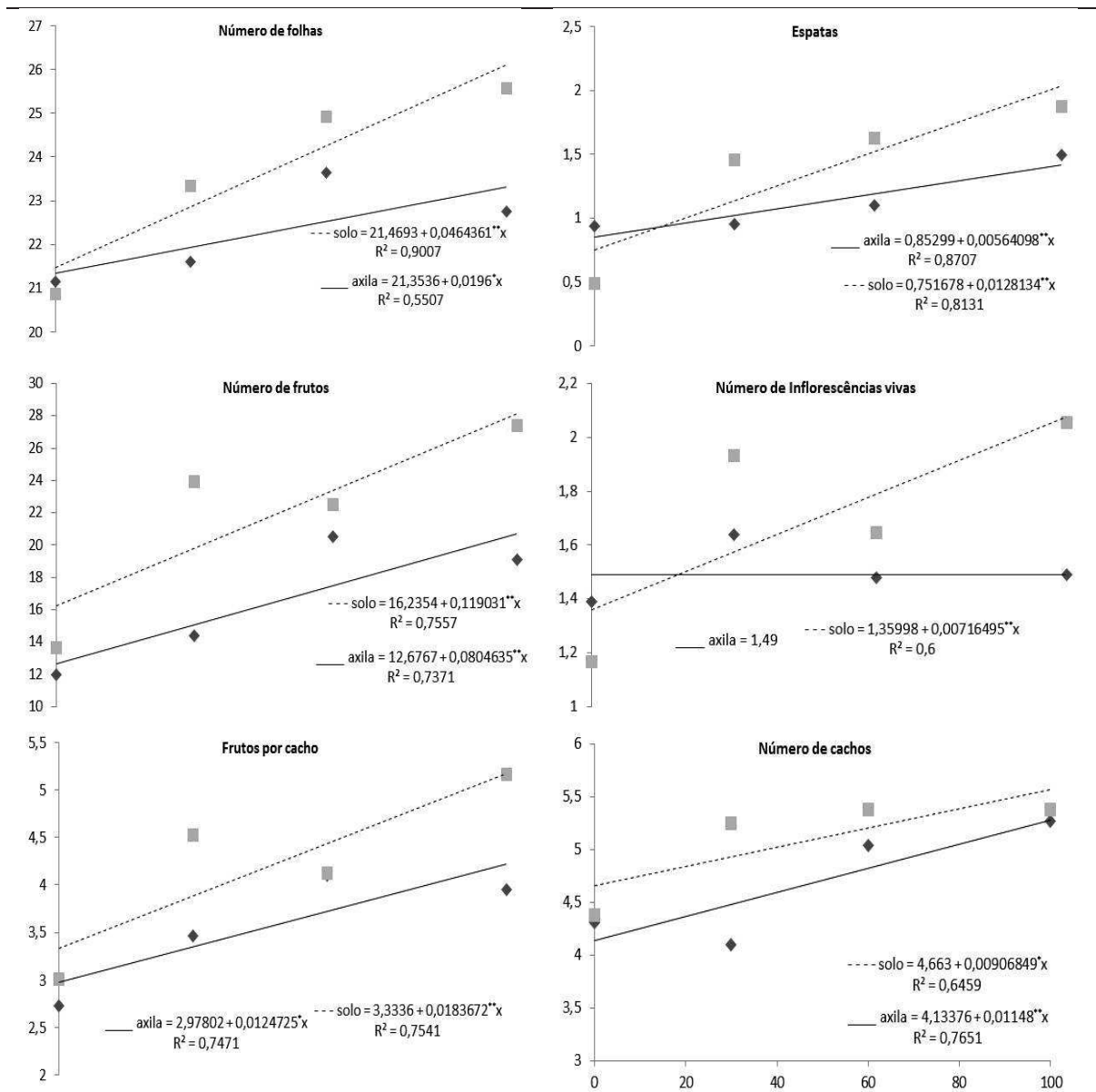


Figura 13. Número de folhas, frutos e frutos por cacho, em função das aplicações de ureia na axila das folhas ou no solo. Nas equações **, *, */* indicam coeficientes significativos em 1, 5 e 10 %, respectivamente.

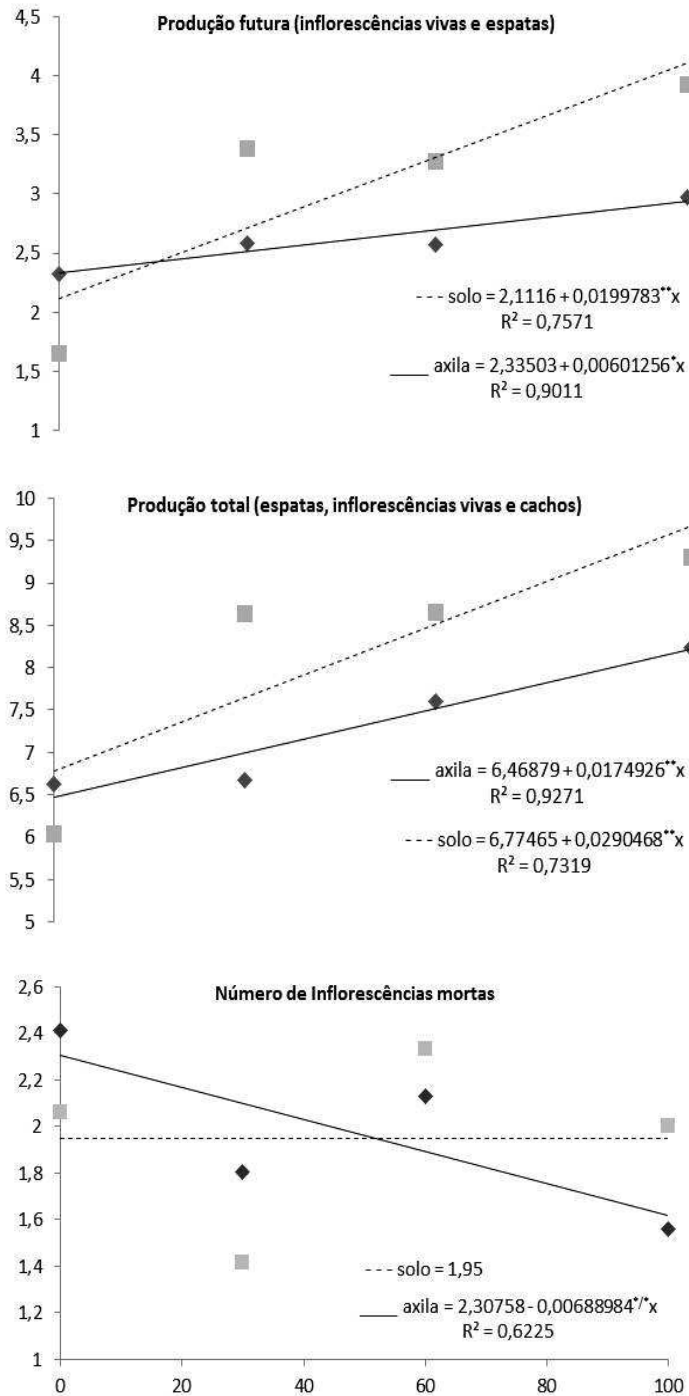


Figura 14. Produção futura (espatas e inflorescências vivas), produção total (espatas, inflorescências vivas e cachos) e inflorescências mortas, em função das aplicações de ureia na axila das folhas ou no solo. Nas equações **, *, */* indicam coeficientes significativos em 1, 5 e 10 %, respectivamente.

O número de folhas ao longo do experimento foi sempre maior do que a quantidade de folhas inicial, o que indica que a adubação favoreceu o aumento do número de folhas, em longo prazo isto significa maior quantidade de fotoassimilados e suporte à produção (Ohler, 1999).

Foram realizadas cinco avaliações para o número de folhas no período experimental (ate os 331 dias após o início das aplicações de ureia) (Figura 15). Na dose zero as variações observadas no número de folhas não diferiram nos períodos avaliados. No nível 30 %, 60 % e 100 % de ureia o número de folhas foi significativamente maior que o observado na última avaliação (aos 331 dias), tanto para os tratamentos no solo quanto para os tratamentos na axila, o que indica que independente do manejo ou da dose utilizada, o coqueiral estava em recuperação.

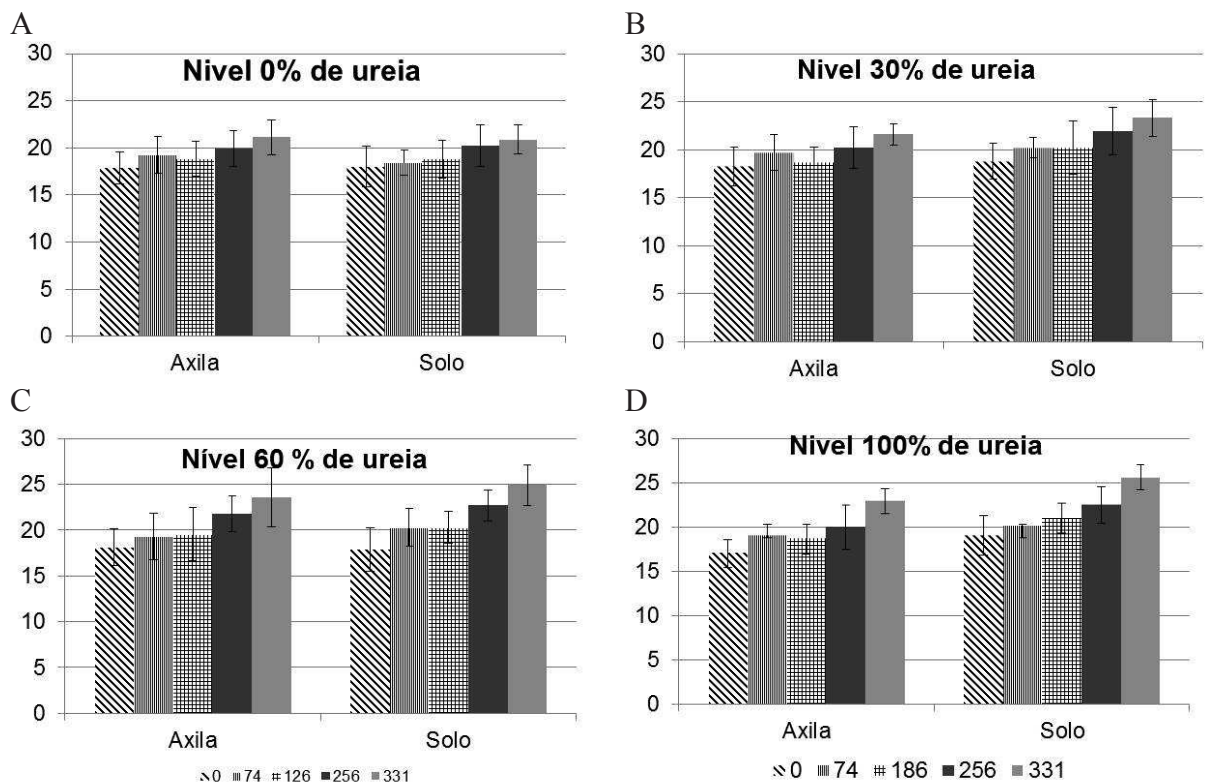


Figura 15. Valor médio e desvio padrão do número de folhas de coqueiro em diferentes dias de avaliação após o início das aplicações de ureia no solo ou na axila com o respectivo desvio padrão. A), B), C) e D) correspondem ao nível 0%, 30, 60 e 100 da aplicação de ureia.

No número de frutos (Figura 16) foi observado decréscimo no valor na segunda avaliação (74 dias) comparativamente às demais. Este decréscimo deve-se a colheita dos frutos no início do experimento dos frutos, tendo em vista que os mesmos estavam em ponto de colheita. A partir daí não houve mais colheita até o final do experimento, sendo observados acréscimos significativos no número de frutos nas avaliações seguintes. Os maiores aumentos aconteceram no nível 100% de ureia e para aplicações no solo.

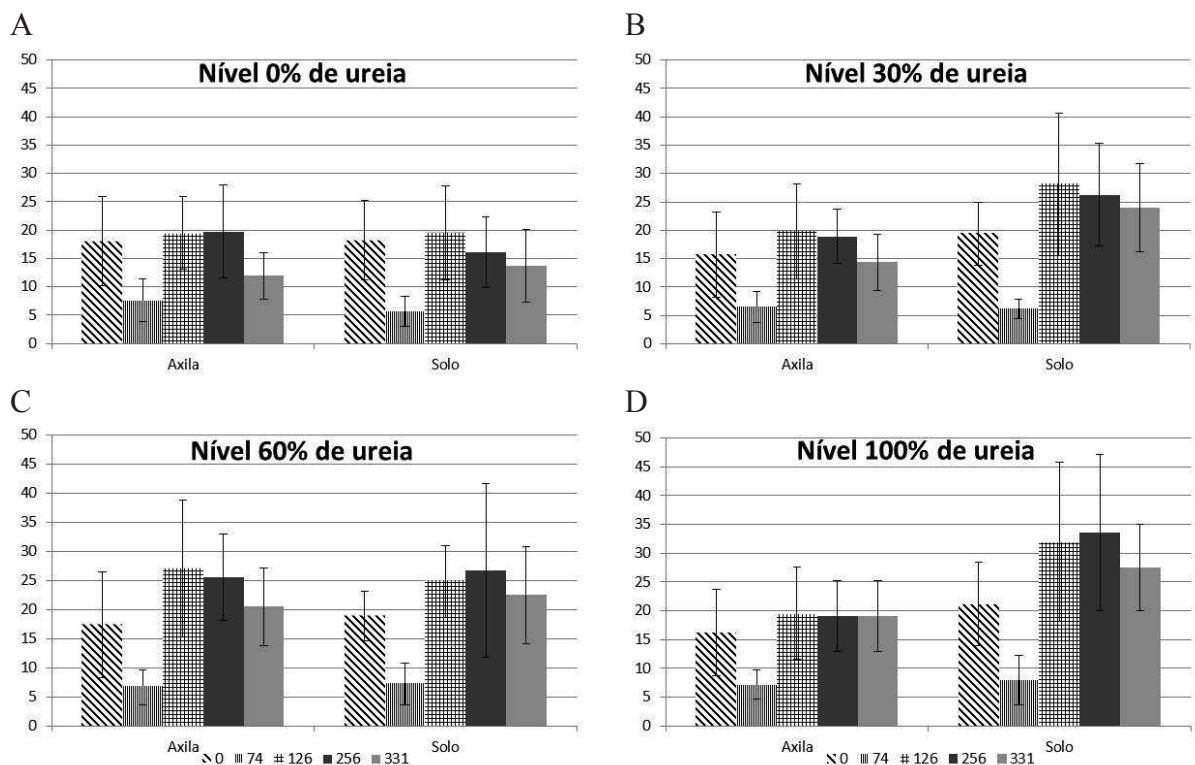


Figura 16. Valor médio e desvio padrão do número de frutos de coqueiro em diferentes dias de avaliação após o início das aplicações de ureia no solo ou na axila com o respectivo desvio padrão. A), B), C) e D) correspondem ao nível 0%, 30, 60 e 100 da aplicação de ureia.

Na produção futura (número de espatas somado ao número de inflorescências) (Figura 17) foi observado comportamento inverso ao observado no número de frutos (Figura 16) na segunda avaliação, ou seja, apresentou um acréscimo em relação à primeira avaliação (tempo zero), tanto para a aplicação na axila quanto para a aplicação da ureia no solo e em todos os níveis de ureia avaliados. Ao que parece, o vegetal ao ter os cachos colhidos redireciona seus recursos à produção de novos órgãos reprodutores, ou acelera o desenvolvimento destes antecipando a aparição das espatas.

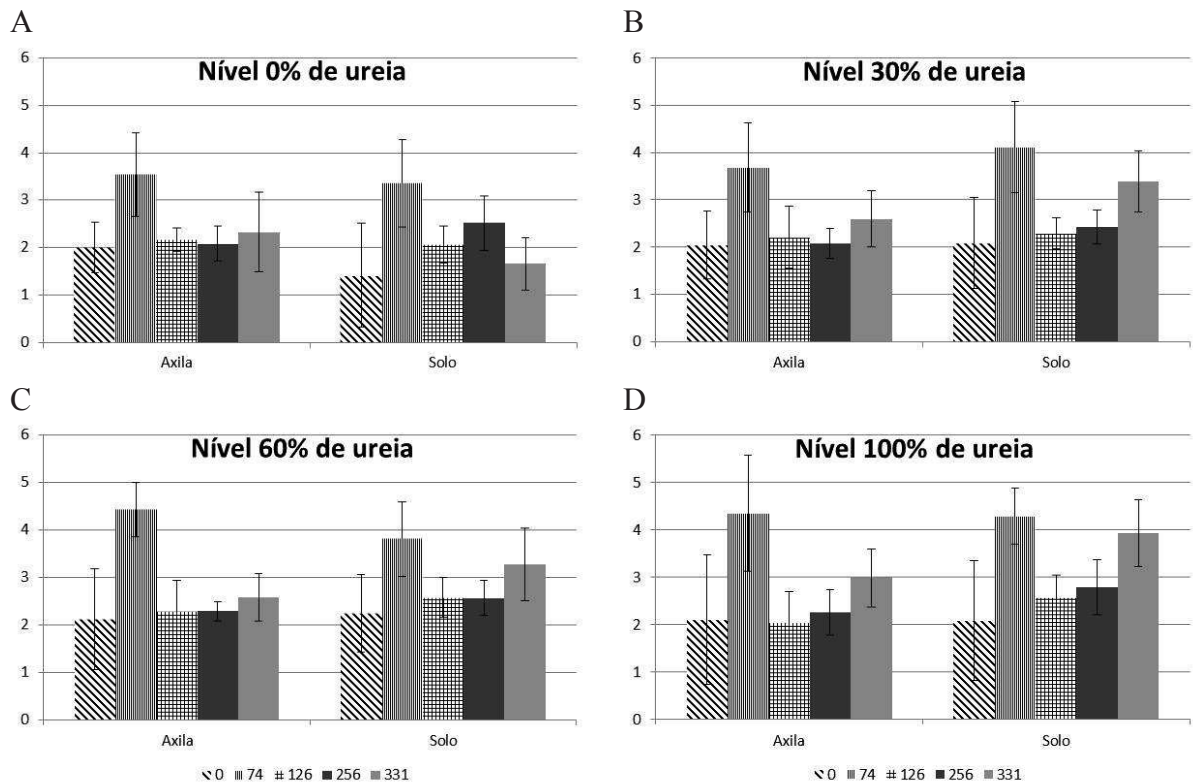


Figura 17. Valor médio e desvio padrão da produção futura (número de espata somado ao número de inflorescências) dos coqueiros em diferentes dias de avaliação após o início das aplicações de ureia no solo ou na axila com o respectivo desvio padrão. A), B), C) e D) correspondem ao nível 0%, 30, 60 e 100 da aplicação de ureia.

Para a produção total (Figura 18), apesar do aumento observado ao longo do período experimental a partir do nível 30% de aplicação da ureia na axila ou no solo, somente foi verificada diferença significativa entre os valores do início e do final do experimento no nível 100% de ureia com aplicações no solo. Períodos maiores de avaliação do experimento poderiam indicar melhor a recuperação do pomar em termos de produção, uma vez que na produção futura (figura 17) os indicativos são de maiores valores na última avaliação.

Na cocoicultura há uma diversidade grande de produtos que podem ser obtidos, o *Toddy* é obtido quando se corta a espata e se retira o líquido que é translocado neste órgão, os próprios frutos podem ser colhidos em tempos de maturação diversos em função do que se pretende obter, água de coco ou copra. Por isso, é importante observar em um experimento com esta cultura não somente a produção final do produto que se quer obter, mas também a quantidade dos órgãos reprodutivos em seus diversos estágios de desenvolvimento que a planta pode suportar prevendo-se a colheita ao longo do

ano. Foi visto, neste experimento, que na falta de frutos (Figura 16) há um aumento de órgãos reprodutivos (de espatas e inflorescências vivas) (Figura 17), indicando que a planta mantém os recursos para este independente do manejo adotado, embora de acordo com Castro (2007); Ohler (1999), é esperado que as folhas respondam mais rápido do que a produção de órgãos reprodutivos.

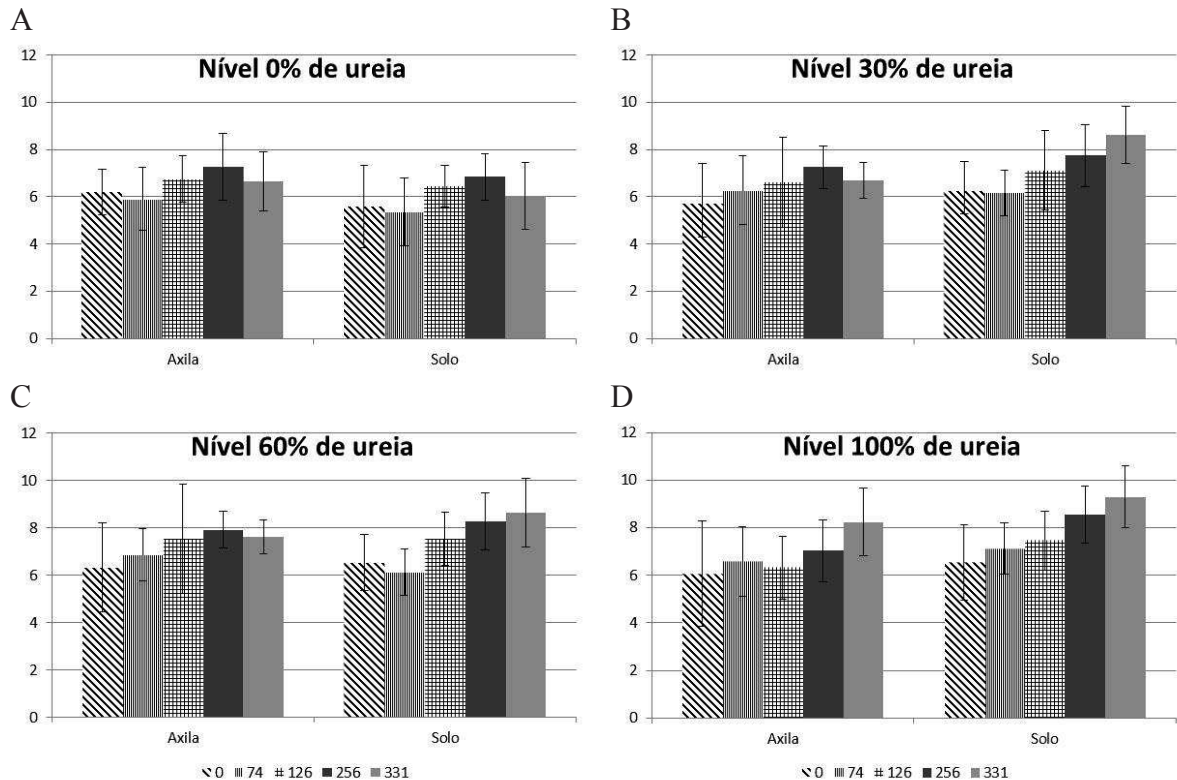


Figura 18. Valor médio e desvio padrão da produção total (espatas, inflorescências vivas e cacho) de coqueiro em diferentes dias de avaliação após o início das aplicações de ureia no solo ou na axila com o respectivo desvio padrão. A), B), C) e D) correspondem ao nível 0%, 30, 60 e 100 da aplicação de ureia.

O número de inflorescências mortas (Figura 19) começou a ser avaliado somente aos 74 dias, sendo contabilizadas somente aquelas que permaneciam aderidas à planta. A contabilização em longo prazo desta variável é difícil porque o tempo de permanência da inflorescência morta na planta é indeterminado, já que esta pode cair. Nas avaliações aos 74 e aos 126 dias, para todos os níveis de ureia testados, o número de inflorescências mortas foi alto. Decréscimos significativos foram observados somente a partir da avaliação aos 256 dias. Provavelmente ocorreu diminuição da senescência precoce das inflorescências em função de outros fatores além dos tratamentos adotados, uma vez que as respostas foram semelhantes tanto pra aplicação no solo quanto na axila e

também no nível zero de ureia. Além dos níveis de ureia aplicados, as plantas receberam também adubação fosfatada, potássica e de micronutrientes.

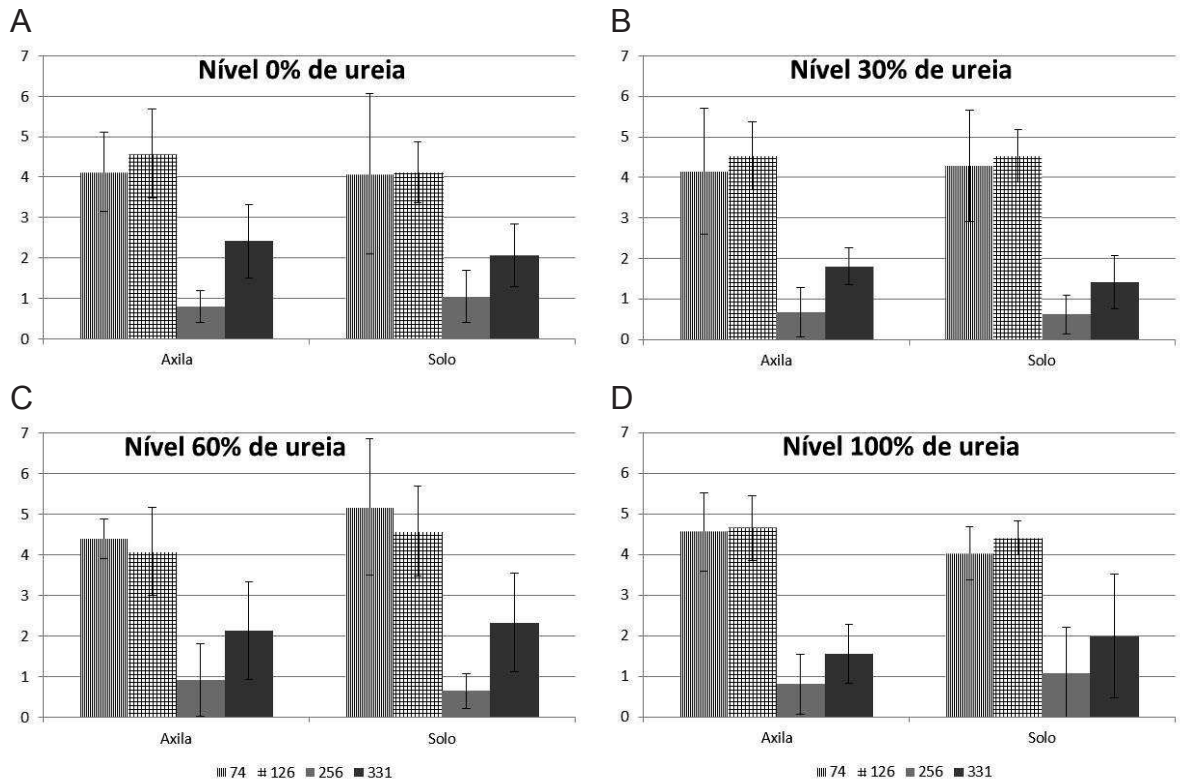


Figura 19. Valor médio e desvio padrão das inflorescências mortas de coqueiro em diferentes dias de avaliação após o início das aplicações de ureia no solo ou na axila com o respectivo desvio padrão. A), B), C) e D) correspondem ao nível 0%, 30, 60 e 100 da aplicação de ureia.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A cocoicultura é uma importante atividade econômica no Norte Fluminense onde tem crescido tanto em produção como em área plantada. O N é um elemento requerido em alta quantidade pela cultura, sendo aplicado na região principalmente na forma de ureia, que tem baixo aproveitamento pelas plantas devido às perdas que ocorrem quando adicionada no solo. Testes de doses para aplicação no solo com condições edafoclimáticas que se aproximam da realidade do local de produção são necessários para o melhor aproveitamento do fertilizante. As aplicações nas axilas foliares podem ser uma alternativa de oferecimento de ureia evitando-se o contato do elemento no solo. Foi realizado um experimento a fim de estudar a resposta do coqueiro à adubação nitrogenada aplicada via solo e na axila, com ou sem complementação de composto orgânico feito a partir das cascas de coco decompostas junto com esterco bovino. O experimento foi realizado em um Espodossolo em Quissamã-RJ com 95% de areia e em fase de produção. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2X2X4, com ou sem composto orgânico (180 L planta⁻¹ ano⁻¹), aplicação de ureia no solo ou na axila, quatro níveis de adubação nitrogenada, 0%, 30%, 60% e 100% da dose recomendada pela Embrapa, parcelada em três vezes com aplicação a cada 4 meses. No solo os níveis de ureia corresponderam às doses de: 0, 553, 1106, 1844 g planta⁻¹ ano⁻¹ e nas axilas às doses de: 0; 73,78; 147,56 e 245,92 g planta⁻¹ ano⁻¹. Na axila foram aplicados 100 mL da solução de ureia nas folhas 8 e 9, em solução com concentração de até 20%. Foram realizadas avaliações nutricionais e de características agrônomicas até os 331 dias após o início das aplicações. Até a

época avaliada concluiu-se que a aplicação de composto no solo não teve efeito sobre a nutrição e a produção no período avaliado. A aplicação de doses crescentes de ureia na axila ou no solo proporcionou aumentos lineares no teor foliar de N, P e Mg, no número de folhas, espigas, cachos e frutos, e na produção futura e a produção total. O número de folhas e a produção futura foram maiores ao final do experimento comparativamente ao início do experimento nas maiores doses de ureia testada, indicando que o pomar encontrava-se em fase de recuperação tanto pela aplicação da ureia na axila quanto no solo. O nível que proporcionou maiores respostas no crescimento e nutrição das plantas foi o nível 100 % de ureia ($1844 \text{ g planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) quando aplicada no solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrianual. (2011) *Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo: Informa Economics FNP.
- Albino, U. B., Campo, R. J. (2001) Efeito de Fontes e Doses de Molibdênio na Sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja. *Revista Agropecuária Brasileira*, v.36 n.3: 521-534.
- Alves, A. da S., Aragão, W. M., Loiola, C. M., Pedroso, G. T. (2007) Características Morfológico-Vegetativas de Cultivares de Coqueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29 n.3: 518-523.
- Aragão, W. M (2007) *A Cultura do Coqueiro*. Embrapa Tabuleiros Costeiros in <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/cultivares.htm> (acesso em 12 de março de 2014).
- Aragão, W. M.; Cruz, E. M. O.; Helvécio, J. S.; (2001) Caracterização Morfológica do Fruto e Química da Água de Coco em Cultivares de coqueiro Anão. *Agrotrópica*, Ilhéus-BA, V. 13, n.2: 49-58.
- Araújo, K. L. (2009) Coqueiro-Anão: Anatomia dos Folíolos, Processo de Colonização de *Camarotella Torrendiella* e *Camarotella Acrocomiae* e Epidemiologia da Queima-das-Folhas.(Dissertação Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF: 113p.
- Baldotto, M. A., Giro, V. B., Baldotto, L. E. B., Canellas, L. P., Velloso, A. C. X. (2011) Initial Performance of Pineapple and Utilization of Rock Phosphate Applied in Combination with Organic Compounds to Leaf Axils. *Revista Ceres*. Viçosa – MG, v.58, n.3: 393-401.

- Baloch, P. A.; Rajpar, I.; Talpur, U. A.; (2014) Effect of Integrated Nutrient Management on Nut Production of Coconut (*Cocos nucifera* L.) and Soil Environment – A Review. *Science Technology and Development*, v. 33: 14-21.
- Barlow, K., Bond, W., Holzapfel, B., Smith, J., Hutton, R. (2009) Nitrogen Concentrations in Soil Solution and Surface Run-Off on Irrigated Vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v.15 in <http://www.blackwell-synergy.com/loi/ajgw> (acesso em 10 de março de 2014).
- Basavaraju, T. B.; Bhagya, H. P.; Prashanth, M.; Arulraj, S.; Maheswarappa, H. P.;(2014) Effect of Fertirrigation on the Productivity of Coconut. *Journal of Plantation Crops – India*, v.42: 198-204.
- Benassi, A. C. (2006) Caracterizações Biométrica, Química e Sensorial de Frutos de Coqueiro Variedade Anã Verde. (Doutorado em Produção Vegetal) – Jaboticabal – SP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV UNESP: 114p.
- Bertol, I., Mello, E. L., Guadagnin, J. C., Zaparolli, A. L. V., Carrafa, M. R. (2003) Perdas de Nutrientes na Água da Erosão Hídrica. *Scientia Agrícola*: 581-586.
- Boaretto, A. E., Schiavinato Neto, P., Muraoka, T., Oliveira, M. W., Trivelin, P. C. O. (1999) Fertilização Foliar de Nitrogênio para Laranjeira em Estágio de Formação. *Scientia Agrícola*, Piracicaba – SP, v.56, n.3: 621-626.
- Borges, E. de A., Loss, A., da Silva, E. E., de Souza, S. R., Fernandes, M. S., (2009) Cinética de Absorção de Amônio e Efluxo de Prótons em Variedades de Milho. *Semina: Ciências Agrárias*: 513-526
- BRASIL. Decreto nº 4.954, de 14 de Janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização de produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências: 54p.
- Broschat, T. K. (1997) Nutrient Distribution, Dynamics and Sampling in Coconut and Canary Island Date Palms. *Journal of American Horticultural Scientific*: 884-890.
- Camargo, P. N., Silva, O. (1990) *Manual de Adubação Foliar*. 2ed. São Paulo – SP: Herbae: 256 p.
- Cantarella, H.; *Nitrogênio*. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L.;(eds) (2007) *Fertilidade do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG: 375-470.

- Cantarella, H.; Mattos Junior, D.; Quaggio, J. A.; Rigolin, A. T. (2003) Fruit Yield of Valencia Sweet Orange Fertilized with Different N Sources and the Loss of Applied N. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. v.67: 215-223
- do Carmo, C. A. F. de S.; Araújo, W. S.; Bernardi, A. C. de C.; Saldanha, M. F. C.;(2000) *Métodos de Análise de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos*. Embrapa Solos. Circular Técnica n° 6. Rio de Janeiro – RJ: 41p.
- Carrijo, O. A., de Liz, R. S., Makishima, N. (2002) Fibra da Casca do Coco Verde Como Substrato Agrícola. *Horticultura Brasileira*: 533-535.
- Carvalho, S. J. P., Damim, V., Dias, A. C. R., Melo, M. S. C., Nicolai, M., Christoffoleti, P. J. (2009) Dessecação de Plantas Daninhas com Glyphosate em Mistura com Ureia ou sulfato de Amônio. *Planta Daninha*, v.37: 353-361.
- Carvalho Filho, A. de; Lumbreras, J. F.; Wittern, K. P.; Lemos, A. L.; Santos, R. D. dos; Calderano Filho, B.; Calderano, S. B.; Oliveira, R. P.; Aglio, M. L. D.; Souza, J. S. de; Chaffin, C. E.(2003) *Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. 1MAPA, Color. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/sigweb.html>>. Acesso em: 20 de mar. 2014.
- Castro, C. P.; (2007) Comportamento de Cultivares de Coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) nos Tabuleiros Costeiros do Norte de Sergipe. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Sergipe – UFS: 89p
- Cavalcanti, F. J. de A., (2009) *Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª Aproximação*. Recife – PE – Instituto Agrônomo de Pernambuco: 212p.
- Chan, E; Elevitch, C. R.; (2006) *Cocos nucifera (coconut)*. Holualoa, Hawai'i: Species Profiles for Pacific Island Agroforest. Permanent Agriculture Resources (PAR): 27p.
- CEPA; (1980) *Subsídios para a Elaboração de Diretrizes para Uma Política Nacional do Coco*. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola, Secretária da Agricultura de Alagoas, Maceió – AL: 15 p.
- Cintra, F. L. D.; Fontes, H. R.; Leal, M de L. da S.; (1996) Distribuição do Sistema Radicular do Coqueiro Gigante do Brasil Submetido a Diferentes Sistemas de Manejo do Solo. *Revista Brasileira de Ciências do solo*, Campinas – SP. V. 20: 327-332.

- Cintra, F. L. D.; Portela, J. C.; Nogueira, L. C.; Gornat, B.; (2005) *Distribuição de Raízes de Coqueiro Anão Verde sob Sistemas de Irrigação Localizada em Solo dos Tabuleiros Costeiros*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracaju-SE: 17p.
- Coconut Research Institute – Sri Lanka (2012) *Planting and Management of Coconut Plantations*.
http://www.cri.gov.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=124&Itemid=90&lang=en (acessado em 12 de junho de 2015).
- da Conceição, E., Jacques, S., Delabie, H. C., Costa Neto, A. de O. (2004) A Entomologia do Coqueiro em Questão: Avaliação do Transporte de Pólen por Formigas e Abelhas nas Inflorescências. *Neotropical Entomology*: 679-683.
- Cruz, J. L., Pelacani, C. R., Araújo, W. L. (2008) Influência do Nitrato e do Amônio Sobre a Fotossíntese e a Concentração de Compostos Nitrogenados em Mandioca. *Ciência Rural*, v.38, n.3: 643-649.
- Cuenca, M. A. G. Resende, J.M., Saggin Júnior, O. J. (2002) Mercado Brasileiro de Coco: Situação Atual e Perspectivas. In *Coco: Pós Colheita*, por Aragão, W. M. – Brasília – DF – Embrapa Informação Tecnológica: 11-18.
- Dhanapal, R.; Subramanian, P.; Maheswarappa, H. P.; Harisha, C. V.; (2013) Impacto f Intercropping on Root Distribution in Coconut Under Coastal Sandy Soil. *Journal of Plantation Crops – India*. v. 41: 267-269.
- Donato, V. M. T. S., de Andrade, A. G., de Souza, E. S., de França, J. G. E., Maciel, G. A., (2004) Atividade Enzimática em Variedades de Cana-de-Açúcar Cultivadas in vitro Sob Diferentes Níveis de Nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*: 1087-1093.
- Durigan, J. C., (1992) Efeito de Adjuvantes na Calda e do Estádio de Desenvolvimento das Plantas, no Controle do Capim Colonião (*Panicum maximum*) com Glyphosate. *Planta Daninha*, v.10: 39-44.
- Dwivedi, S. R., Ray, P. K., Ninan, S., (1981) Studies on the Methods of Inorganic Nutrient Application in Coconut. *Plant and Soil*, Pretoria – AS, v.63, n.3: 449-456.
- FAO. (2015) *Statistics at FAO*. Disponível em <[http:// www.fao.org/statistics/en](http://www.fao.org/statistics/en)>. Acesso em 16 de jan. 2015.
- Fernandes, M. S. (ed) (2006) *Nutrição Mineral de Plantas*. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa – MG: 432p.

- Ferreira Neto, Miguel (2005) Doses de N e K Aplicadas Via Fertirrigação na Cultura do Coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.). (Tese de Doutorado em Irrigação e Drenagem) Piracicaba – SP – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” ESALQ/USP, 119p.
- Ferreira Neto, M.; Gheyi, H. R.; de Holanda, J. S.; de Medeiros, J. F.; Fernandes, P. D. (2002) Qualidade do Fruto Verde de Coqueiro em Função da Irrigação com Água Salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande – PB, v.6, n.1: 69-75.
- Ferreira, A. B. H., (1986) *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro – RJ, Editora Nova Fronteira, v2: 1499p.
- Ferreira, J. M. S., Warwick, D. R. N., Siqueira, L. A., (1997) *A Cultura do Coqueiro no Brasil*. Aracaju – SE, Embrapa-CPATC: 292p.
- Freire, L. R., (2013) *Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro*. ed.1. Brasília – DF: Universidade Rural: 430p.
- Frémond, Y.; (1965) The Inorganic Nutrition of the Coconut Palm. *Potash Review*. Berna – Switexerland: 11p.
- Frémond, Y.; Ziller, R.; (1975) *El Cocotero: Tecnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*: 236p.
- Gardi, C.; Angelini, M.; Barceló, S.; Comerma, J.; Cruz Gaistardo, C.; Encina Rojas, A.; Jones, A.; Krasilnikov, P.; Mendonça Santos Brefin, M. L.; Montanarella, L.; Muñiz Ugarte, O.; Schad, P.; Vara Rodríguez, M. I.; Vargas, R.; (2014) *Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe*. Comisión Europea. ed 1. Luxembourg: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: 176p.
- Gasparotto, L., Pereira, J. C. R., (2008) *Deposição de Fungicidas na Axila da Segunda Folha da Bananeira: Nova Tecnologia Para o Controle da Sigatoka-Negra*. Manaus – AM, Embrapa Amazônia Ocidental: 2p.
- Gomes, R. P., (1992) *O Coqueiro-da-Bahía*. ed 6. São Paulo – SP: Editora Nobel: 111p.
- Gomes, F. P., Prado, C. H. B. A., (2007) Ecophysiology of Coconut Palm Under Water Stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*: 377-391.
- Google. (2014) in <https://www.google.com.br/maps/place/22%C2%B010%C2%B41027.6%C2%B4%C2%B4S+41%C2%B029%C2%B433.8%C2%B4%C2%B4W/@->

- 22.1730261,-41.4945666,659m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x0:0x0?hl=pt-BR
 acesso em 14 de março de 2014
- de Holanda, J. S.; Ferreira Neto, M.; da Silva, R. A.; Chagas, M. C. M.; Sobral, L. F.; Gheyi, H. R.; (2007) *Técnicas para Produção Intensiva de Coco Anão Verde*. ed 1. Natal – RN, EMPARN: 40p.
- IRHO, (1974) Results Obtained with Potassium Fertilizing of the Coconut Palm in the Ivory Coast. Institut de Recherch pour les Huiles et Oléagineux, Paris – France, *Potash Review*, International Potash Institute, Berne – Switzerland: 5p.
- Kalpana, M.; Gautam, B.; Srinivasulu, B.; Rao, D. V. R.; Arulraj, S.; Jayabose, C.;(2008) Impacto f Integrated Nutrient Management on Nut Yield and Quality of Coconut Under Coastal Ecosystem. *Journal of Plantation Crops* – India. v.36: 249-253.
- Khan, A. S., Malik, A. U., Pervez, M. A., Saleem, B. A., Rajwana, I. A., Shaheen, T., Anwar, R., (2009) Foliar Application of Low-Biuret Urea and Fruit Canopy Position in the Tree Influence the Leaf Nitrogen Status and Physico-Chemical Characteristics of Kinnow Mandarin (*Citrus reticulata* blanco). *Pakistan Journal of Botany*, v. 41: 73-85.
- Khan, H. H.; Venkiteswamy, R.; (2007) Balanced Fertilization for Coconut. In Kumar, N.(editor);*Training Manual on Role of Balanced Fertilization for Horticultural Crops*. International Potash Institute. Berna Switzerland: 168p.
- Krishna Kumar, K. N.; (2011) Coconut Phenology and Yield Response to Climate Variability and Change (Tese de Doutorado em Ciências Atmosféricas) Kochi – India, Cochin University of Science and Technology: 226p.
- Krogmeier, M. J., McCarty, G. W., Bremner, J. M. (1989) Phytotoxicity of Foliar-Applied Urea. *Agricultural Sciences*: 8189-8191.
- Lamego, A. R., (1946) *O Homem e a Restinga*. Rio de Janeiro – DF, IBGE: 327p.
- Lea-Cox, J. D., Syvertsen, J. P., (1995) Nitrogen Uptake by Citrus Leaves. *Journal of American Society of Horticultural Sciences*, v. 120: 505-509.
- Maeda, A S., (2005) Adubação Foliar e Axilar na Produtividade e Qualidade de Abacaxi. (Dissertação de Mestrado em Sistemas de Produção) Ilha Solteira – SP, Universidade Estadual Paulista UNESP: 43p.
- Maheswarappa, H. P.; Dhanapal, R.; Subramanian, P.; Palaniswami, C.;(2013) Evaluation of Coconut Based High Density Multi-Species Cropping System

- Under Organic and integrated Nutrient Management. *Journal of Plantation Crops – India*. v. 41: 130-135.
- Maheswarappa, H. P.; Thomas, G. V.; Ravi Bhat; Palaniswami, C; Jayasekhar, S.;(2011) Impact of Inorganic Fertilizer Substitutions by Vermicomposted Coconut Leaves on Productivity and Economics of Coconut. *Journal of Plantation Crops – India*, v. 39: 30-34.
- Malavolta, E.; Silva, A. Q.; Primavesi, A. C. P. A.; Gutierrez, A. S. D.; Kishino, A. Y.; Hass, F. J.; Carvalho, J. G.; Guimarães, P. T. G.; Kaminski, J.; Vasconcelos, L. A. B.; Ruy, V. M.; Guilherme, M. R.; (1981) Absorção de Fosfatos Mono e Diamônico Marcados com Radiofósforo, em Presença e Ausência de Uréia Pela Parte Aérea de Mudas de Abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.)Merr.). *Anais da E.S.A. "Luis de Queiroz"*: 579-600.
- Manthiratna, M. A. P., (1972) The Performance of Dwarfs (*Cocos nucifera* L. variety nana) as a Plantation Crop in Ceylon. *Ceylon Cocon*, Coconut Research Institute, v.23: 929-99.
- Mantiquilla, J. A.; Canja, L. H.; Margate, R. Z.; Magat, S. S.; (1994) The Use of Organic Fertilizer in Coconut (A Research Note). *Philippine Journal of Coconut Studies*, v. 19: 8-13.
- Marques, L. S., Andreotti, M., Isepon, J. dos S., (2011) Produtividade e Qualidade de Abacaxizeiro cv. SMOOTH CAYENNE, Cultivado Com Aplicação de Doses e Parcelamento do Nitrogênio, em Guaraçai – SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*: 10p.
- Martins, C. R., de Jesus Júnior, L. A., (2011) *Evolução da Produção de Coco no Brasil e o Comércio Internacional – Panorama 2010*. Aracajú – SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros: 32p.
- Matías, S. S. R.; de Aquino, B. F.; de Freitas, A. de A. D.; (2008) Evaluación de la Producción de Palma de Coco (*Cocos nucifera*) Bajo Fertitigación con Diferentes Dosis de Nitrógeno y Potasio. *Agronomía Colombiana*, v.26: 127-133.
- Mendonça, J. C., de Freitas, R. M., Shimabukuro, Y. E., Marques, V. da S., (2012) Avaliação de Eventos de Inundação na Região Norte Fluminense, Rio de Janeiro, Utilizando Imagens de Sensores Remotos. – *Ambiente & Água Na Interdisciplinary Journal of Applied Science – Universidade de Taubaté Unitau*, v.7, n.1: 255-267.

- Mendonça-Santos, M de L., dos Santos, H. G., Coelho, M. R., Pares, J. G. (2005) *Caracterização de Paisagens e Solos Representativos do Estado do Rio de Janeiro Para Fins de Estimativa de Estoques de Carbono no Solo*. 1ª ed. Rio de Janeiro – RJ: Embrapa Solos: 78p.
- Michereff Filho, M.; Sobral, L. F.; Ferreira, J. M. S.; Rodrigues, A. R. dos S.; Michereff, M. F. F.; (2008) Adubação Química, Ataque do Ácaro *Aceria guerreronis* e Produtividade do Coqueiro “Anão-Verde”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília – DF, v.43, n.3: 303-308.
- Mikkelsen, R. L., (2007) Biuret in Urea Fertilizers. *Better Crops*, v.91: 2 p.
- Miranda, F. R., Oliveira, V. H., Santos, F. J. S., (1998) Desenvolvimento de Plantas Jovens de Coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) Submetidas a Diferentes Regimes de Irrigação. *Embrapa-CNPAT* (circular técnica), Fortaleza – CE: 5p.
- Mohandas, S.; (2012) Effect of NPK Fertilizer on Mineral Nutrition and Yield of Hibrid (Tall x Dwarf) Coconut. *Madras Agriculture Journal*. V, 99: 87-91.
- Monteiro, C. M. P., (2009) Aplicação Axilar de Fungicidas Sistêmicos no Controle da Queima-das-Folhas do Coqueiro (*Cocos nucifera* L.). (Dissertação Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF, 83p.
- Nath, J. C.; Arulraj, S.; Maheswarappa, H. P.;(2012) Integrated Nutrient Management in COD x WCT Hybrid Coconut Under Alluvial Clay-Loam Soil of Assam. *Journal of Plantation Crops* – India, v.40:105-110.
- Nogueira, E. M. de C., Ferrari, J. T., Santos, A. J. T., (2006) Métodos de Controle da Sigatoka-Negra da Bananeira com Fungicidas Aplicados em Pulverização e na Axila da Folha. *Biológico*: 581-583.
- Novais, R. F., Alvarez, V. H., de Barros, N. F., Fontes, R. L., Cantarutti, R. B., Neves, J. C. L., (2007) *Fertilidade do Solo*. Viçosa-MG, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo: 1017p.
- Ohler, J. G.; (1999) *Modern Coconut Managment. Palm cultivation and Products*. FAO, London: 458p.
- Oliveira, J. R., (2013) Adubação Nitrogenada com Ureia de Liberação Controlada na Semeadura do Milho. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa UFV: 75p.
- Peçanha, A. L. (2007) Biometria, Relações Hídricas e Trocas Gasosas do Coqueiro Anão Verde em Função da Compactação, Lâmina de Irrigação e Classe de

- Solo. (Dissertação Mestrado em Produção Vegetal) Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF: 90p.
- Persley, G. J.; (1992) *Replanting the Tree of Life: Towards a International Agend for Coconut Palm Research*. Wallinggard CAB/ACIAR: 156p.
- Pinho, L. G. da R., Monnerat, P H., Pires, A. A, Santos, A. L. A., (2008) Absorção e Redistribuição de Boro em Coqueiro-Anão-Verde. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.12: 1769-1775.
- Pires, M. de M., Costa, R. S., São José, A. R., Badaró, M. M., Midlej, C., Alves, J. M., (2004) A Cultura do Coco: Uma Análise Econômica. *Revista Brasileira de Fruticultura*: 1769-1775.
- Ranasinghe, C. S., Ilankoon, I. M., Silva, L. R. S., Premasiri, R. D. N., Pradeep, A. P. C., (2010) Transitory Carbohydrate Reserves in Vegetative Organs of Coconut Under Different, Growth Conditions and its Relation With Reprodutive and Vegetative Growth of the Palm. *Tropical Agricultural Research and Extension*: 77-91.
- Ribeiro, G., (2008) Adubação Potássica Via Solo e Via Axila Foliar no Coqueiro Anão Verde na Região Norte Fluminense. (Dissertação Mestrado em Produção Vegetal) Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF, 70 p.
- Rosolem, C. A., Foloni, J. S. S., de Oliveira R. H., (2003) Dinâmica do Nitrogênio no Solo em Razão da Calagem e Adubação Nitrogenada, com Palha na Superfície. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 2: 301-309.
- de Santana, C. J. L.; Santana, M. B. M.; de Miranda, E. R. (1975) *Aspectos da Nutrição e Aplicação de Fertilizantes no Cultivo do Coqueiro – Boletim Técnico nº 32*. Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna – BA: 25p.
- Shukla, A.; Mehrotra, R. C.; Guleria, J.S.; (2012) Cocos sahnii Kaul: A Cocos nucifera L. – Like Fruit from the Early Eocene Rainforest of Rajasthan, Western India. *Journal of Biosciences*. Indian Academy of Sciences, v.37: 769-776.
- Sen, N. L.; Kapadia, M. N.; (1985) Efect of N, P, K Fertilizers on the Incidence of *Opisina arenosella* WLK (= *Nephantis serinopa* Meyrik) on coconut palms. *Potash Review*. Berne – Switzerland. 3p.

- Siebeneichler, S. C., Monnerat, P. H., de Carvalho, A. J. C., da Silva, J. A., (2008) Boro em Abacaxizeiro “Pérola” no Norte Fluminense – Teores, Distribuição e Características do Fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*: 787-793.
- da Silva, A. B.; Accioly, J. de O.; Gomes, E. C.; da Silveira, H. L. F.; Barbosa, G. M.. N.; (2012) Identificação e Caracterização dos Principais Solo do Município de Coruripe, Alagoas. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, Recife – PE, v.17: 59-65.
- Silva, D. J.; de Faria, C. M. B.;(2001) *Amostragem Foliar de Coqueiro e Distribuição de Fertilizantes*. In: *Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido n°47*, Petrolina – PE: 4p.
- da Silva, M. C.; Gaíva, H. N.; Pereira, W. E.; Aragão, W. M.; (2004) Crescimento e Florescimento de uma Cultivar Anã e de Quatro Híbridos Intervarietais de Coqueiro, na Região Não Pantanosa de Poconé – MT. *Agropecuária Técnica*, Areia - PB, v.25, n. 1: 13-23.
- da Silva, R. A.; Cavalcante, L. F.; de Holanda, J. S.; Paes, R. de A.; Madalena, J. A. da S.; (2009) Crescimento e Produção do Coqueiro Anão Verde Fertirrigado com Nitrogênio e Potássio. *Revista Caatinga*. Mossoró – RN. V. 22, n.1: 161-167.
- Somasiri, L. L. W.; Wijebandara, D. M. D. I.; Panditharatna, B. D. P.; Sabaratnam, S.; Kurundukumbura, C. P. A.; (2003) Loss of Nutrientes in a High Yielding Coconut Plantation Through Removal of Plant Materials from the Field. *Cocos*. Sri Lanka, v.15: 12-22
- SINDICOCO (2015) Boletim Mensal de Importações de Coco Ralado, Março de 2015, in <http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/26.pdf>, acesso em 10 de abril de 2015
- Siqueira, J. A. M., (2013) Eficiência da Aplicação Axilar de Ciproconazole no Controle de Doenças Foliares do Coqueiro-Anão. (Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal) Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense UENF, 76 p.
- Siqueira, L. A., Aragão, W. M., Tupinambá, E. A., (2002) *A Introdução do Coqueiro no Brasil. Importância Histórica e Agrônômica*. Aracajú – SE, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 24p.

- Sobral, L. F., (2002) Adubação do Coqueiro. In Fontes, H. R., Ferreira, J. M. S., Siqueira, L. A., *Sistema de Produção Para a Cultura do Coqueiro*, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA: 12-16.
- Sobral, L. F., Nogueira, L. C., (2008) Influência de Nitrogênio e Potássio, Via Fertirrigação, em Atributos do Solo, Níveis Críticos Foliare e Produção do Coqueiro-Anão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*: 1675-1682.
- Sodré, J. B., (2005) *Morfologia das Palmeiras Como Meio de Identificação e Uso Paisagístico*. Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras UFLA.
- Taiz, L., Zeiger, E., (2004) *Fisiologia Vegetal*. – Tradução: Santarém, E. R., - Porto Alegre – RS, v.3: 618p.
- de Souza, H. A.; Hernandes, A.; Romualdo, L. M.; Rozane, D. E.; Natale, W.; Barbosa, J. C.; (2011) Folha Diagnóstica para Avaliação do Estado Nutricional do Feijoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB, v.15, n.12: 1243-1250.
- Srinivasa Reddy, D. V.; Upadhyay, A. K.; Gopalasundaram, P.; Hameed Khan, H.;(2002) Response of High Yielding Coconut Variety and Hybrids to Fertilization Under Rainfed and Irrigated Conditions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.62: 131-138.
- Tennakoon, N. A.; Bandara, D.H.; (2003) Nutrient Content of Some Locally Available Organic Materials and Their Potential as Alternative Sources of Nutrient for Coconut. *Cocos*. Sri Lanka, v. 15: 23-30.
- Tennakoon, N. A.; Mahindapala, R.; Widanapathirana, S.; (1995) Effects of Organic Manure on the Quality of Coconut Soils. *Journal National of Science Council*. Sri Lanka, v.23: 171-182.
- Teixeira, L. A. J., da Silva, J. A. A. (2003) Adubação com NPK em Coqueiro-Anão-Verde (*Cocos nucifera* L.) – Rendimento e Qualidade de Frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*: 120-123.
- Teixeira, L. A. J., da Silva, J. A. A. (2003) Nutrição Mineral de Populações e Híbridos de Coqueiro (*Cocos nucifera* L.) Cultivados em Bebedouro (SP). *Revista Brasileira de Fruticultura*: 371-374.
- Teixeira, L. A. J., Bataglia, O. C., Buzetti, S., Furlani Junior, E., (2005) Recomendação de Adubação e Calagem Para Calagem (*Cocos nucifera* L.) no Estado de São Paulo – 1ª Aproximação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, n.3: 519-520.

- Trivelin, P. C. O., de Oliveira, M. W., Vitti, A. C., Gava, G. J. de C., Bendassolli, J. A., (2002) Perdas de Nitrogênio da Uréia no Sistema Solo-Planta em Dois Ciclos de Cana-de-Açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*: 193-201.
- van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, Â. M. C., (1997) *Boletim Técnico 100*. - Campinas – SP, Fundação IAC, v. 5: 285p.
- Vidhana, L. P.; Somasiri, L. L. W.; (1997) Use of Coir Dust on the Productivity of Coconut on Sand Soils. *Cocos*. Sri Lanka. v. 12: 54-71.
- Wickramaratne, M. R. T.; Padmasiri, M. H. L.; (1986) Some Observations on the Position of the Soft Eye in *Cocos nucifera*. *Cocos*. Sri Lanka, v.4: 35-37