

TOLERÂNCIA A APLICAÇÃO DE UREIA NA AXILA FOLIAR E
CORRELAÇÃO DO TEOR DE N, CLOROFILAS E ÍNDICE SPAD NO
COQUEIRO ANÃO VERDE

ROSELY MENEZES DA SILVA RIBEIRO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO – 2016

TOLERÂNCIA A APLICAÇÃO DE UREIA NA AXILA FOLIAR E
CORRELAÇÃO DO TEOR DE N, CLOROFILAS E ÍNDICE SPAD NO
COQUEIRO ANÃO VERDE

ROSELY MENEZES DA SILVA RIBEIRO

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 Mestrado em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCT / UENF

168/2016

Ribeiro, Rosely Menezes da Silva

Tolerância à aplicação de ureia na axila foliar e correlação do teor de N, clorofilas e índice SPAD no coqueiro anão verde / Rosely Menezes da Silva Ribeiro. – Campos dos Goytacazes, 2016.

x, 64 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Solos. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Luciana Aparecida Rodrigues.

Área de concentração: Solos e nutrição de plantas perenes.

Bibliografia: f. 47-64.

1. TOXIDEX POR UREIA 2. MEDIDOR PORTÁTIL DE CLOROFILA 3. NITROGÊNIO FOLIAR I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Solos II. Título

CDD 634.61

TOLERÂNCIA A APLICAÇÃO DE UREIA NA AXILA FOLIAR E
CORRELAÇÃO DO TEOR DE N, CLOROFILAS E ÍNDICE SPAD NO
COQUEIRO ANÃO VERDE

ROSELY MENEZES DA SILVA RIBEIRO

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 Mestrado em Produção Vegetal.

Aprovada em 30 de março de 2016

Comissão Examinadora

Eng.^a Agrônoma Amanda Oliveira Martins (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) – Prefeitura Municipal de Quissamã

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

Prof.^a Cláudia Sales Marinho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

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

Ao meu amado esposo Mazinho, por fazer parte da minha vida, pelo amor eterno,
incentivo e por sempre acreditar que a minha caminhada, é nossa.

Ofereço e dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em minha vida;

A UENF, pelo ensino gratuito e de qualidade, pela sua grande contribuição social e por me permitir esta oportunidade;

Ao meu esposo Mazinho, pelo amor incondicional e apoio incansável nos momentos alegres e difíceis. Meus eternos agradecimentos!

À minha mãe, Alda, primeiramente por ter me concedido a vida, e ser exemplo de caráter, honestidade e humildade. E, principalmente, por acreditar que os meus sonhos são possíveis;

Aos meus irmãos, William, Marta, Adriana, Ádma, Márcia e Adir pelos bons momentos vividos juntos;

À minha orientadora, Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues, por ter me apoiado e principalmente por ter confiado em mim nesta etapa. Meus sinceros agradecimentos!

Ao meu coordenador profissional e grande amigo do Programa Frutificar, Ronaldo Soares, pelo incentivo e por me permitir ingressar nessa jornada;

Ao Prof. Cláudio Roberto Marciano pelo espaço e por contribuir grandemente para a elaboração desse trabalho de pesquisa;

Aos produtores rurais Luciano Cabral, Pedro Cabral e Sérgio Luiz Garcia por permitir o livre acesso aos seus coqueirais para a realização desta pesquisa;

Aos profissionais Amanda, Vanilda, Ederaldo, Vanor Nelson e Marcelo Vivas por participarem de etapas importantes do trabalho;

A toda a equipe e amigos do Laboratório de Solo que deram o máximo de si na realização e colaboração para este trabalho: Agradeço ao João Pedro Córdido, Angélica Zan, Maurício Gonçalves, Júlia Gallon, Caroline Candida, Tainá, Durval e Renato. Meus eternos agradecimentos!

Aos amigos e parentes: Marcos, Luana, Mariana, Laura, Vitória, Eliseu, Miguel, Margarete, Francismar, Franciellen, Mayara, Barbara, Lidiane, Heloisa e todos os demais amigos que fiz ao longo dessa jornada, que mesmo não citados contribuíram para os momentos de descontração e crescimento profissional e pessoal.

Muito Obrigada!

“A sabedoria oferece proteção, como faz o dinheiro, mas a vantagem do conhecimento é esta: a sabedoria preserva a vida de quem a possui”

Eclesiastes 7:12

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. A cultura do Coqueiro.....	5
2.1.1. Taxonomia e Fenologia	5
2.1.2. Variedades.....	7
2.1.3. Origem e Economia.....	9
2.2. N na Planta e Toxidez Foliar por Ureia.....	12
2.3. Relação entre o N e as Moléculas de Clorofilas.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Aplicação de Ureia na Axila Foliar do Coqueiro.....	20
Etapa 1: Aplicação de Ureia até a Concentração 24%.....	20
Etapa 2: Aplicação de Ureia até a Concentração 42%.....	24
3.2. Determinação do Índice SPAD-502 e Correlação com os teores de N e clorofilas.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Toxidez por Ureia para Concentrações de até 24% e 42% Aplicadas nas Axilas.....	28

4.1.1. Teor de N de Plantas de Coqueiro Submetidas às concentrações de até 24% e 42% de Ureia.....	38
4.2. Índice SPAD e Correlação com o Teor de N e Clorofilas.....	40
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48

RESUMO

SILVA, R. M. R., M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2016. Tolerância a aplicação de ureia na axila foliar e correlação do teor de N, clorofilas e índice SPAD no coqueiro Anão Verde. Orientador: Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues.

O nitrogênio (N) é um nutriente vital para o crescimento vegetativo do coqueiro, sendo requerido em todos os estágios de vida da planta. O uso de ferramentas que visam o diagnóstico do teor de N em menor tempo pode facilitar a tomada de decisão da quantidade deste nutriente a ser fornecida, reduzindo os efeitos deletérios da sua deficiência. O índice SPAD, já obtido em folhas de culturas como abacaxizeiro, mamoeiro e milho, tem apresentado correlação positiva com o teor de N, podendo ser utilizado para estimar o estado deste nutriente nestas plantas. Outro fator a ser considerado é que a ureia, adubo frequentemente utilizado pelos agricultores, quando aplicada no solo está sujeita a elevadas perdas que reduzem seu aproveitamento em até 70%. No coqueiro a aplicação de ureia via foliar é considerada uma técnica trabalhosa, devido à anatomia das folhas e altura das plantas que dificultam as pulverizações em coqueirais adultos. Alguns trabalhos têm sugerido a aplicação de nutrientes na axila foliar para plantas que possuem disposição foliar parecida com o coqueiro, como por exemplo, a banana e o abacaxi. Porém, as aplicações axilares requerem alguns cuidados, principalmente no que se refere às elevadas

concentrações de ureia que podem ocasionar danos nas axilas, prejudicando as emissões das inflorescências e cachos comprometendo diretamente a produção da cultura. Este trabalho objetivou: (i) avaliar a tolerância de diferentes concentrações de caldas de ureia aplicadas na axila foliar sobre a produção de folhas, espatas / inflorescências e cachos; determinar os teores foliares de nitrogênio após aplicação de diferentes concentrações de ureia via axilar e, (ii) determinar o teor de clorofila, carotenoides e o teor de N em folhas do coqueiro com diferentes intensidades de cor verde e correlacioná-las com a leitura do SPAD. Os resultados indicaram que o coqueiro é capaz de tolerar aplicações de até 42% de ureia nas axilas foliares sem danos visíveis externa e internamente, sem comprometimento na emissão de espatas, inflorescências e cachos. A concentração de 9% de ureia proporcionou incremento na quantidade de espatas e cachos, porém, reduziu a quantidade de folhas em logo prazo. A ureia aplicada na axila do coqueiro proporcionou incrementos no teor foliar de N, no entanto não foi suficiente para elevar os teores de N acima do nível considerado crítico até a concentração de 24%. Concentrações a partir de 36% aplicadas em intervalos de 30 dias incrementaram os teores de nitrogênio na folha 14 (diagnóstica) acima do nível crítico, podendo suprir a necessidade de N recomendada para o coqueiro. As leituras efetuadas com clorofilômetro correlacionam-se de forma direta com o teor de N, clorofila *a* e *b* e os carotenoides nas folhas do coqueiro. Valores de SPAD abaixo de 71,5 coincidiram com teores de N abaixo do nível crítico mesmo na ausência de sintomas visuais. A equação $y = 0,1673 \cdot x + 6,0294$ pode ser utilizada para inferir sobre os teores de N nas folhas do coqueiro Anão Verde, onde *x* é o índice de leitura do SPAD e *y* é o teor de N estimado na folha.

Palavras-Chave: Toxidez por Ureia; Medidor Portátil de Clorofila; Nitrogênio Foliar.

ABSTRACT

SILVA, R. M. R., M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March., 2016. Tolerance to the applying of urea on leaf axil and correlation of the content of N, chlorophyll and SPAD index in Dwarf Green coconut. Advisor: Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues.

Nitrogen (N) is a vital nutrient to the vegetative growth of the coconut palm, is required at all stages of life of the plant. The use of tools that aimed at the diagnosis of N content in less time can facilitate the amount of decision-making of this nutrient to be provided by reducing the deleterious effects of their disability. The SPAD index, as obtained in leafy crops such as pineapple, papaya and corn, have shown a positive correlation with the N content and be used to estimate the state of this nutrient in these plants. Another factor to consider is that urea, fertilizer often used by farmers when applied to the soil is subject to high losses that reduce their use by 70%. In coconut the applying of urea foliar is considered a laborious technique, due to the anatomy of leaves and height of plants that difficult the pulverization in the adult coconuts. Some studies have suggested the use of nutrients in leaf axil for plants leaf that have provision like coconut, such as bananas and pineapples. However, axillary applications require some care, especially as regard to high urea concentrations that can cause damage to the axils, harming emissions of inflorescences / clusters affecting directly crop production. This study aimed to: (i) evaluate the tolerance of different urea concentrations of the spray mix applied in leaf axil of the leaf production, spathes

/inflorescences and clusters; determine the leaf content of nitrogen after application of different concentrations of urea via axillary and, (ii) determine the content of chlorophyll, carotenoids and N content in coconut leaves with different green color intensities and correlate them with reading of the SPAD. The results indicated that the coconut palm is able to tolerate applications of up to 42% of urea in the leaf axils without external visible damage and internally, without compromising on the issue of spathes, inflorescences and cluster. Concentration 9% urea provides an increase in the amount of spathes, inflorescences, fruits and cluster, however, reduced the amount of sheets to just run. The urea applied in coconut axil, provided increments in leaf N content; however it was not enough to raise N content above the level considered critical to the concentration of 24%. Concentrations from 36% applied at intervals of 30 days increased nitrogen content in the leaf 14 (diagnostic) above the critical level can meet the need of N recommended for coconut. The readings taken with SPAD correlate directly with the N content, chlorophyll a and b and carotenoid of the leaves. SPAD values below 71.5 coincided with N levels below the level critical even in the absence of visual symptoms. The equation $y = 0.1673 * x + 6.0294$ can be used to infer the content of N in the leaves of Dwarf Green coconut, where x is the reading index SPAD and y is the N content estimated on the sheet.

keywords: Toxicity by Urea; Chlorophyll meter Portable; Foliar nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O aumento significativo da demanda por água de coco (*Cocos nucifera* L.) observado nos últimos anos gerou uma rápida expansão do plantio com coqueiros da variedade Anão Verde, em virtude da sua boa performance em termos de rendimento e qualidade da água de coco (Ferreira Neto et al., 2007). Como resultado desta expansão, ao longo dos últimos anos do século XX, a Região Sudeste experimentou o crescimento de algumas atividades frutícolas não tradicionais, com destaque para o coqueiro Anão Verde (Silva, 2006).

No Estado do Rio de Janeiro, esta cultura sofreu incrementos na área plantada e na produção de frutos de 603 ha e 4 milhões de frutos, respectivamente, em 1990, para 4,3 mil ha e mais de 65 milhões de frutos em 2014 (IBGE, 2014). Entretanto, o deslocamento da cultura do coqueiro para regiões não convencionalmente cultivadas, tem posto em evidência diversas limitações agrônômicas, as quais, na sua grande maioria, ainda necessitam de estudo.

De acordo com Teixeira et al. (2005), o pacote tecnológico disponível para a cultura foi desenvolvido baseado em condições de cultivo específico para o Nordeste brasileiro com diferenças edafoclimáticas do restante do país.

Além disso, a cultura vem apresentando produtividade abaixo da expectativa de seu potencial no Estado do Rio de Janeiro, onde na sua maioria está estabelecida em Espodosolos e / ou Neossolos Quartzarênicos de baixa

fertilidade, cujas perdas de nutrientes por lixiviação são intensas, onerando os custos de produção.

Sobral (2003) atribui a remoção de grandes quantidades de nutrientes ao crescimento e produção contínuos do coqueiro, necessitando da reposição destes por meio da aplicação de fertilizantes, sendo o nitrogênio e o potássio exigidos em maiores quantidades (Silva et al., 2009).

O nitrogênio (N) é um nutriente vital para o crescimento vegetativo (Holanda et al., 2007) e sua deficiência na planta resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento vegetal (Fernandes, 2006). Tal deficiência, em um estágio mais avançado, torna as folhas jovens da copa com tonalidade verde pálido, dando aos folíolos uma aparência opaca; a intensa descoloração das folhas velhas pode torná-las amarelo dourado uniforme, muitos cachos abortam e o número de flores femininas por inflorescências é reduzido (Holanda et al., 2007).

O teor foliar de N é requerido nos manuais de recomendação de fertilizantes para definir as quantidades deste nutriente a serem aplicadas no coqueiro (Freire et al., 2013; Sobral, 2007). Para isto, é necessária a análise dos teores de N na matéria seca de folhas e posterior interpretação dos resultados (Gil et al., 2002). Porém, a utilização da análise foliar apresenta limitações, como o tempo gasto entre a tomada das amostras no campo e a obtenção dos resultados. Desta forma, ferramentas que possam minimizar tais limitações e venham a auxiliar o técnico no campo precisam ser avaliadas e aperfeiçoadas visando um diagnóstico preciso e em menor tempo para uma melhor tomada de decisão da quantidade do nutriente a ser fornecido.

Índices SPAD obtidos em folhas de diversas espécies apresentaram correlação positiva com os teores de N (Piekielek e Fox, 1992; Blackmer e Schepers, 1995; Guimarães et al., 1999) podendo ser considerado um índice para avaliar o estado nutricional foliar de nitrogênio.

Ainda em relação ao N tem-se observado, que na maior parte dos coqueirais fluminenses, mesmo com as elevadas recomendações de doses de N, as respostas da planta em termos de produtividade e teor foliar são pouco satisfatórios. Um dos fatores está relacionado principalmente ao fato do N estar sujeito a perdas no solo, o que o torna difícil de ser manejado eficientemente (Mantovani et al. 2007). A ureia, com 45% de N, adubo nitrogenado

frequentemente utilizado pelos agricultores, quando aplicada na superfície do solo está sujeita a elevadas perdas de N por imobilização, lixiviação e principalmente volatilização de amônia (NH_3) (em médias de 20 a 30% do N aplicado) (Cantarella et al., 2008), além da elevada higroscopicidade (Contin, 2007; Oi, 2008). Estas perdas reduzem o aproveitamento pela planta do N aplicado em até 70% (Lara Cabezas et al., 1997; Cantarella, 2007). A aplicação de ureia via adubação foliar poderia ser uma técnica alternativa a aplicação no solo e já tem sido utilizada principalmente associada aos micronutrientes em algumas culturas (Stafanato et al., 2013). No coqueiral a aplicação foliar é uma técnica trabalhosa, pois a anatomia das folhas e altura das plantas em fase de produção dificultam as pulverizações e aumentam as perdas de fertilizantes reduzindo a eficiência das adubações.

Alternativamente a adubação no solo e a foliar, alguns trabalhos têm sugerido a aplicação de nutrientes na axila foliar. Aplicações axilares já têm sido testadas para fungicidas sistêmicos no controle da sigatoka negra na bananeira (Gasparotto et al., 2005) e para lixa pequena e queima das folhas no coqueiro (Monteiro et al., 2013; Siqueira, 2013). Em relação à aplicação de nutrientes nas axilas foliares do coqueiro estudos confirmaram a eficácia da aplicação do boro (Santos et al., 2003; Pinho et al., 2008) e potássio (Ribeiro, 2008) aplicados na axila foliar para corrigir deficiências minerais.

As aplicações axilares, porém, requerem alguns cuidados, principalmente no que se refere às elevadas concentrações de fertilizantes na calda aplicada que podem ocasionar danos nas axilas. Segundo Olher (1984), as inflorescências do coqueiro são formadas nas axilas de cada folha, com isto os danos causados a estas estruturas podem prejudicar as emissões das inflorescências/cachos, comprometendo diretamente a produção da cultura. Assim é importante, além da absorção, avaliar a concentração máxima da calda de aplicação sem que ocorra a queima das axilas para que este fertilizante possa ser utilizado com segurança pelos produtores tanto para aplicações foliares quanto para aplicações axilares.

Esse trabalho objetivou: (i) avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de caldas de ureia comercial na axila foliar do coqueiro anão verde sobre a produção de folhas, espatas / inflorescências e cachos; sobre os teores foliares de nitrogênio e quanto a tolerância, mediante a avaliação visual das axilas foliares; (ii) determinar os teores dos pigmentos clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila

total, carotenoides, razão clorofila *a / b* e dos teores de N em folhas do coqueiro com diferentes intensidades de cor verde e correlacioná-las com a leitura - SPAD.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Coqueiro

2.1.1. Taxonomia e Fenologia

De acordo com a etimologia, a palavra *cocos* deriva do português que significa cabeça e *nucifera*, do Latim *nucifer (-a-um)*, que emite nozes (Benassi, 2006).

O coqueiro pertence a classe *Monocotyledonae*, ordem *Palmales*, família *Palmae* (= *Areceaceae* = *Palmaceae*), subfamília *Cocoidade*, gênero *Cocos*, que possui apenas uma espécie: *Cocos nucifera* L. (Monteiro, 2009).

É uma planta que mantém suas folhas durante todo o ano (perenifólia), dotada de sistema radicular do tipo fasciculado, característico das monocotiledôneas, sendo as raízes primárias responsáveis pela sustentação da planta. Dessas raízes partem as raízes secundárias e destas, as terciárias, que produzem radículas especializadas na absorção (Siqueira, 2013).

O caule é denominado estipe devido à ausência de ramificações, tem estrutura muito resistente e as folhas são emitidas a partir de uma única gema terminal (Sousa, 2006).

As folhas do coqueiro são do tipo penada com pecíolo que continua pela ráquis, onde se prendem de 200 a 300 folíolos, permanecendo vivas por um período de três anos e meio (Gomes, 1992).

A inflorescência que se forma na axila de cada folha é protegida por duas brácteas grandes, chamadas de espatas (Pereira, 2009). Ao completar seu desenvolvimento, a espata se abre, liberando a inflorescência que, por sua vez, é formada por pedúnculo, espigas e flores. Cada espiga possui em sua base algumas flores femininas e numerosas flores masculinas no ápice (Ferreira et al., 2002, citado por Sousa, 2006).

A floração é do tipo cornucópia, sendo emitida uma inflorescência por mês. Do desenvolvimento de primórdios florais ao estágio da colheita e maturação da noz (fruto recém-formado) transcorrem 44 meses, dos quais os últimos 12 meses representam o período tomado da abertura da espata à colheita. Uma inflorescência de coqueiro possui em média 18 flores femininas (potencial de nozes) quando a espata se abre (Posse, 2005). Quando se destina à produção da água de coco, o fruto deve ser colhido entre seis e oito meses de idade.

O fruto é uma drupa que apresenta epicarpo (epiderme fina e lisa), mesocarpo (casca fibrosa) e o endocarpo (camada dura), endosperma (camada carnosa onde forma a água de coco) (Frémond et al., 1966; Mirisola Filho, 2002). A semente, envolvida pelo endocarpo é constituída por uma camada fina de cor marrom ou tegumento que envolve o albúmen sólido (polpa), formando uma cavidade no seu interior onde está o albúmen líquido (água do coco) (Passos et al., 2009).

2.1.2. Variedades

A espécie possui três tipos cultivados descritos, entre os quais a *C. nucifera* var. *nana*, conhecida como coqueiro Anão; a *C. nucifera* var. *gigante*, conhecida como Gigante e o Híbrido, resultado do cruzamento entre as cultivares Anão e Gigante (Pereira et al., 2006).

A variedade Gigante caracteriza-se por produzir cocos com aptidão para copra (albúmen sólido) (Moura e Leite, 2001). Os coqueiros desta variedade apresentam porte elevado podendo atingir até 35 m de altura na maturidade produtiva, podendo emitir até 14 folhas por ano. Iniciam a produção em condições ideais com 5 a 7 anos de vida podendo atingir até 70 anos. A colheita deste tipo de coco ocorre com 11 a 12 meses após a floração e sua produção média é de 70 frutos planta ano⁻¹ (Aragão et al., 2010). Sua produção é destinada tanto ao uso *in natura* quanto à industrialização, na obtenção de produtos como coco ralado, leite de coco, doce, farinha, fibras, entre outros produtos e subprodutos. Esta variedade destina-se prioritariamente às propriedades com a utilização de menor nível tecnológico, dada a sua rusticidade e adaptabilidade às condições de fertilidade do solo. A variedade Gigante caracteriza-se por apresentar sistema reprodutivo alógamo (Rognon, 1976), porém com distintas durações entre as fases de florescimento masculina e feminina (Sangare et al., 1978).

A variedade Anã é monoica, produz flores unissexuais em uma mesma inflorescência (Benassi, 2006) e possui aptidão para água (Moura e Leite, 2001), dividindo-se em três subvariedades: Verde, Amarela e Vermelha (Pereira et al., 2006). De acordo com Aragão et al. (2010), essas plantas apresentam precocidade, iniciando a produção em média com 2 a 3 anos após o plantio, apresentando uma produtividade média de 150 a 200 frutos planta ano⁻¹, tendo vida útil em torno de 30 a 40 anos. Seu porte é reduzido podendo atingir de 10 a 12 m de altura. Os frutos deste grupo são menores e capazes de armazenar em média 300 mL de água. Esta variedade chega a emitir até 18 folhas por ano, apresentando uma copa com 25 a 30 folhas (Posse, 2005). De acordo com Bondar (1995), citado por Leite et al. (2002), um coqueiro Anão tem em média 23 folhas, sendo que a planta perde cerca de 20 folhas por ano, a ponto de a

emissão de folhas por ano compensar a perda, pois este coqueiro emite em média 1 a 2 folhas mês⁻¹.

Sua filotaxia já foi bastante caracterizada (Figura 1), cuja folha de posição número 9 é facilmente identificada pela última espata ainda fechada. Abaixo da folha 9, está a folha 14, com frutos do tamanho de um punho fechado. Sob condições satisfatórias de regime hídrico e nutricional, o cacho da folha 9 estará em ponto de colheita após 180 dias, localizado na base da folha 18 (Ferreira et al., 1998, citado por Sousa, 2006).

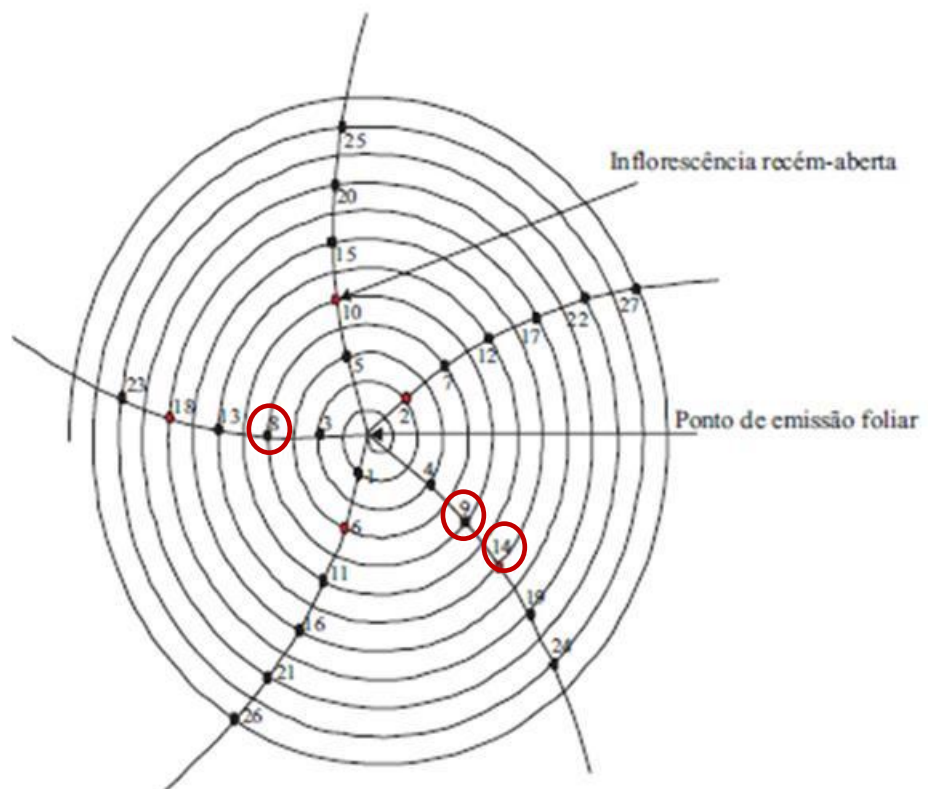


Figura 1: Posição esquemática das folhas do coqueiro no plano. As folhas 8, 9 e 14 encontram-se indicadas em vermelho. Adaptado de Frémond et al. (1966).

O coqueiro Gigante é normalmente de polinização cruzada e heterozigótico, enquanto o coqueiro Anão é normalmente autofecundado e homozigótico (Konan et al., 2008).

O cruzamento entre o coqueiro Gigante e o Anão resulta no coqueiro híbrido. O híbrido apresenta características tanto da variedade Anã quanto da Gigante, permitindo exploração de forma *in natura* para água como no processamento industrial da copra. Todavia, filhos de coqueiros híbridos não devem ser plantados, pois ocorre uma forte segregação, isto é, resultando em coqueiros bastante heterogêneos e de baixa produtividade (Moura e Leite, 2001).

A desvantagem da cultivar híbrida em curto e médio prazo é a baixa disponibilidade de sementes híbridas no mercado, para implantação de extensas áreas (Aragão, 2007). O uso do coqueiro híbrido pode oferecer diversas vantagens em relação aos parentais Anão e Gigante, em condições agroecológicas ideais de exploração, dentre elas a maior estabilidade de produção quando submetidos a diferentes condições ambientais; ampla utilidade do fruto – uso *in natura* (culinária e água de coco) e emprego agroindustrial (alimentos, água de coco, saboaria, detergentes, fibras para estofados e ração animal, entre outros) e fruto de tamanho médio de acordo com a exigência do mercado (Aragão, 2007).

2.1.3. Origem e Economia

A origem do coqueiro ainda apresenta controvérsias, em geral, sendo baseadas em evidências indiretas. A hipótese mais aceita é que o coqueiro se originou no Sudeste Asiático, principalmente nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico, referência de centro de origem e diversidade. Desta região foi levado para a Índia e em seguida para o Leste Africano, e daí, para as Américas e toda a região tropical do globo (Purseglove, 1972).

No Brasil, as evidências históricas indicam que o coqueiro foi introduzido pela primeira vez pelos portugueses em 1553. As introduções iniciais do coqueiro Anão ocorreram da seguinte forma: Anão Verde em 1925 de Java e em 1939 do Norte da Malásia; Anão Amarelo em 1938 e Anão Vermelho em 1939, ambos provenientes também do Norte da Malásia. O Anão Vermelho de Camarões foi

introduzido a partir de 1978, procedente da Costa do Marfim (Siqueira et al., 2002).

Atualmente, o coqueiro encontra-se em mais de 200 países, sendo encontrado em grandes plantios entre os paralelos 23° N e 23° S (Foale e Harries, 2009). A Indonésia é destacada como a maior produtora mundial de coco, seguida por Filipinas e Índia, entretanto, as Filipinas destacam-se com a maior área cultivada, com mais de 500 mil hectares de coqueiro à frente da Indonésia (Martins e Jesus Junior, 2014).

É importante destacar o avanço desta cultura no Brasil. Em 1990 o país ocupava a 10ª posição no ranking mundial, com uma produção ao redor dos 477 mil megagramas de coco. Atualmente, o país é o quarto maior produtor mundial com produção aproximada de 2,8 milhões de megagramas, em uma área colhida de 257 mil ha de coqueiros (Martins e Jesus Junior, 2014). Estes cultivos estão distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional, com produção equivalente a dois bilhões de frutos (FAO, 2013).

De acordo com dados do IBGE, no ano de 2014, dentre os cinco estados que apresentam as maiores produções nacionais, três são nordestinos: Bahia, maior produtor de coco do País (553,8 milhões de frutos); Ceará, segundo maior produtor (272,1 milhões de frutos); e Sergipe, situado na quinta posição (242,8 milhões de frutos). Estes estados juntos respondem por 52,9% da produção nacional de coco.

Segundo Fontes et al. (2002), entre os anos de 1985 a 2001 verificou-se um deslocamento das áreas tradicionais de produção de coco em direção às demais regiões do país, com destaque para as Regiões Norte e Sudeste.

Na Região Sudeste, o Estado do Rio de Janeiro, tem apresentado significativa expansão do cultivo do coqueiro nos últimos anos visando à atender principalmente a demanda por coco verde para a extração de água. Isto aumentou a área de plantio e a produção de frutos de 603 ha e 4 milhões de frutos, respectivamente, em 1990, para 4,3 mil ha e mais de 65 milhões de frutos em 2013 (IBGE, 2014).

Segundo Martins e Jesus Júnior (2014), o Rio de Janeiro ocupa a sétima posição na produção de coco com 70 milhões de frutos ano⁻¹ produzidos, mas se destaca como segundo maior Estado em produtividade, com aproximadamente 15,40 mil frutos ha ano⁻¹, atrás apenas do Espírito Santo com 15,87 mil frutos ha

ano¹. Isto se deve ao fato de o coco Anão Verde plantado em ambos os Estados ser uma variedade mais produtiva em relação ao coqueiro Gigante cultivado nos demais estados; ao uso de irrigação e/ou fertirrigação e demais técnicas de manejo adotadas nos cultivos e, principalmente, no caso do Rio de Janeiro, aos incentivos governamentais em nível estadual.

Em termos de importância econômica e social, a cultura do coco assume posição importante como atividade geradora de emprego e renda, empregando mão de obra durante todo o ano, e permitindo o consórcio com outras culturas, tais como cultivos de subsistência e até mesmo a criação de animais, contribuindo assim, para a fixação do homem no campo (Fontenelle, 2005).

O aproveitamento industrial do fruto do coqueiro se dá mediante o processamento do endosperma ou albúmen sólido submetido à secagem (copra) ou fresco, este último mais utilizado no Brasil, sendo destinado à fabricação de produtos tais como, o leite de coco e o coco ralado, empregados na indústria alimentícia de doces, bolo, bombons, chocolates, etc., ou utilizado “*in natura*” na culinária doméstica. Um tipo de processamento mais recente e em franca expansão é a extração e envasamento da água de coco (endosperma ou albúmen líquido) mediante a aplicação de tecnologias de processamento e conservação (Fontenelle, 2005).

A água de coco (albúmen líquido) é uma solução estéril, levemente ácida, transparente e incolor, ou pouco turva, não viscosa, com sabor levemente adocicado, sendo seus principais constituintes os minerais e os açúcares, enquanto substâncias nitrogenadas e gorduras estão presentes em quantidades menores, bem como vitaminas (Aragão et al., 2002).

Os principais minerais são o potássio, mais abundante durante toda a maturação, seguido pelo sódio, cálcio, magnésio, cloreto, ferro, cobre e o enxofre (Aragão et al., 2001).

Não bastasse o considerável grau de diversificação da indústria de beneficiamento das partes comestíveis do fruto, surge na lista de produtos oriundos do coqueiro, e apresentando crescente demanda no mercado internacional, a fibra de coco proveniente do mesocarpo do fruto, que dá origem a uma série de bens como tapetes, enchimentos para bancos de automóveis, pó para substrato agrícola, etc. (Fontenele, 2005). Além da aplicação industrial existente para o fruto, há uma série de aplicações para as diversas partes do

coqueiro, tais como o uso no artesanato e em construções, do tronco (estipe), folhas, raízes, etc. Toda essa gama de aplicações de seus produtos e subprodutos confere à cultura do coqueiro uma elevada importância econômica, fazendo com que a agroindústria do coco se firme cada vez mais no contexto nacional, haja vista a expansão das áreas cultivadas que já extrapolaram os limites da região Nordeste, alcançando as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Fontenele, 2005).

2.2. N na planta e toxidez foliar por ureia

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para as plantas, fazendo parte de uma série de compostos indispensáveis ao seu desenvolvimento, como as moléculas de clorofila, das bases nitrogenadas dos nucleotídeos, dos aminoácidos, das proteínas (dentre as quais a enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase oxigenase – Rubisco, catalisadora da redução fotossintética do CO₂) e de vários compostos do metabolismo secundário (Taiz e Zeiger, 2008).

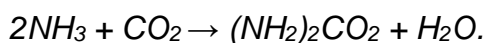
O nitrogênio para ser absorvido da rizosfera pelas raízes deve estar disponibilizado na forma de amônio (NH₄⁺) ou nitrato (NO₃⁻) (Taiz e Zeiger, 2008) e, após ser absorvido pelas raízes das plantas, é reduzido à forma amoniacal e assimilado a compostos orgânicos, formando ácido glutâmico e outros aminoácidos. Esses compostos constituem as unidades básicas para a formação de proteínas, as quais têm importantes papéis funcionais e estruturais nas plantas (Marschner, 2012).

De acordo com Raij (1991), o N é o nutriente mineral exigido em maior quantidade pelas culturas e, sua aplicação normalmente, proporciona maior resposta em produtividade; porém, a complexidade dos fatores que afetam o seu aproveitamento pelas plantas faz com que o mesmo seja objeto de um grande número de estudos realizados, em sua maioria, com o objetivo de avaliar seu comportamento no solo e a sua relação com a eficiência da adubação.

No sistema solo-planta-atmosfera, a quantidade mais significativa do N se encontra na atmosfera em forma combinada de N₂ (Melgar et al., 1999). O processo de transferência do nitrogênio atmosférico para o solo se dá por:

descargas elétricas na atmosfera quando o nitrogênio elementar é reduzido a óxidos, passando de N₂ para N₂O, NO, NO₂ e NO³⁻; pela fixação biológica do nitrogênio por bactérias de vida livre, associativas de raízes de plantas ou em associações simbióticas com leguminosas; e fixação industrial do N, onde, através do processo de síntese de amônia (NH₃) e ácido nítrico (HNO₃), são produzidos os vários tipos de fertilizantes nitrogenados (Novais et al., 2007).

Dentre os fertilizantes fontes deste nutriente, a ureia ([CO(NH₂)₂]), se destaca como um composto orgânico nitrogenado, solúvel em água e álcool e quimicamente classificada como amida, sendo uma das fontes de N mais utilizadas na agricultura brasileira, por apresentar elevada concentração deste nutriente e baixo custo por unidade (Kiehl, 1989). A ureia é obtida por reação de amônia e gás carbônico sob alta pressão em presença de catalisador (Chagas, 2007), a reação simplificada do processo, é a seguinte:



Do ponto de vista agrícola, a ureia tem vantagens como o elevado teor de N (45%) e menor custo, a alta solubilidade, a menor corrosividade, a compatibilidade com inúmeros outros fertilizantes e defensivos, ser agente facilitador da penetração de nutrientes via foliar, estar prontamente disponível para as plantas, ser de fácil manipulação e, ainda causar menor acidificação do solo (Urquiaga e Malavolta, 2002; Contin, 2007; Cantarella et al., 2008; Oi, 2008). Apesar destes aspectos favoráveis, ela apresenta como característica indesejável a elevada higroscopicidade (Contin, 2007; Oi, 2008) e maior susceptibilidade às perdas de N pelos processos de imobilização, lixiviação, desnitrificação e volatilização (Silva e Valle, 2000). Estas perdas reduzem o aproveitamento pela planta do N aplicado em até 70% (Lara Cabezas et al., 1997; Cantarella, 2007).

A perda de amônia (NH₃) por volatilização tem sido considerada um dos principais motivos pelo qual a eficiência desse fertilizante em fornecer N às culturas está abaixo da esperada (Kiehl, 1989).

O NH₃ perdido por volatilização é o fenômeno mais intenso mediante aumento no pH do solo (Melo, 1978). A ureia aplicada é rapidamente hidrolisada em dois ou três dias (Byrnes, 2000). Assim, quando a ureia é aplicada ao solo, o processo de perda N-NH₃ por volatilização envolve inicialmente a hidrólise por meio da urease, que é uma enzima extracelular produzida por bactérias,

actinomicetos e fungos do solo ou, ainda, originada de restos vegetais. Em função das características da urease, fatores que influenciam as atividades dos microrganismos, tais como condições climáticas e atributos relacionados ao solo (Tasca et al., 2011), também influenciam a hidrólise da ureia, promovendo grandes variações na taxa de hidrólise para diferentes solos (Reynold e Wolf, 1987).

A urease é uma enzima, pertencente ao grupo das hidrolases, é encontrada em quase todos os solos e é relativamente persistente no solo, devido ao fato de ficar protegida da ação de outras proteases, permanecendo no interior de agregados do solo, onde o substrato (ureia) consegue penetrar (Palucci, 2004). Em decorrência das suas características, a quantificação da atividade da urease pode fornecer uma indicação do potencial do solo em converter nitrogênio orgânico em mineral (Lanna et al., 2010). Por estar ligada à atividade microbiana fatores como concentração do substrato, umidade, temperatura e pH afetam a atividade enzimática do solo (Zantua e Bremner, 1977; Longo e Melo, 2005). Durante a hidrólise da ureia pela urease, ocorre o aumento do pH em torno dos grânulos de ureia aumentando a volatilização (Kissel et al., 1988; Rodrigues e Kiehl, 1986).

Outro fator a ser considerado é o percentual de biureto ($\text{NH}_2\text{CONHCONH}_2$), que é o composto orgânico formado durante a produção da ureia e pode estar presente em ureia agrícola empregada na lavoura como fertilizante e na pecuária, neste caso como suplemento alimentar. Contudo, o biureto é classificado como contaminante da ureia por apresentar toxicidade para os ruminantes e também para as plantas (Ferreira et al., 2007).

Nas plantas, o biureto pode ocasionar sintoma caracterizado como amarelecimento entre as nervuras que aparece primeiro na ponta da folha e pode se espalhar por quase a metade da mesma. Em casos severos, somente a nervura principal e parte das secundárias ficam verdes, podendo surgir áreas necróticas quando a toxidez é mais grave, sendo as folhas novas mais susceptíveis (Malavolta et al., 1994). A ureia e o biureto movem-se rapidamente nas folhas, ocasionando queima com a fertilização foliar (Stafanato et al., 2013). O biureto não é conservado no solo, é facilmente lixiviado e as plantas são menos sensíveis ao biureto quando ele é aplicado aos solos que contêm apreciável

quantidade de argila ou matéria orgânica ou, ainda em baixo pH (Mikkelsen, 2007).

Muitos estudos foram realizados para determinar a máxima concentração de biureto tolerado pelas culturas. A sensibilidade da cultura depende de muitos fatores como a espécie, propriedades de solo, o método e o tempo da aplicação e a concentração de biureto no fertilizante aplicado (Stafanato et al., 2013). Jain et al. (1972) conduziram um experimento para examinar a interação entre o biureto aplicado ao solo e o biureto que foi aplicado via foliar na cultura do arroz. A aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia via foliar na presença de 0,3% de biureto causou maiores danos às plantas que a quantidade de 50 kg ha⁻¹ de N aplicados no solo também na presença de 0,3% de biureto.

Segundo Mikkelsen (2007), aplicações foliares com soluções de ureia contendo biureto na razão de 1% são aceitáveis para muitas culturas agrônômicas. No entanto, para a adubação foliar de algumas culturas sensíveis, a ureia pode ocasionar queima mesmo com concentrações baixas de biureto (menos de 0,3%) (Mikkelsen, 2007).

Outra característica atribuída à ureia é o alto índice salino. Segundo Malavolta (1981), o índice salino da ureia é 75,4%, o que pode causar murcha ou morte de plantas pela alta afinidade dos componentes pela água, levando à desidratação do tecido da planta. O índice salino tem sido utilizado para avaliar o potencial de queima em várias culturas, sendo utilizado como parâmetro para classificação de fertilizantes que provavelmente causarão maior injúria foliar (Fertizer Technology, 2005) quando aplicados em altas concentrações.

O NH₄⁺ também pode apresentar toxicidade, podendo atuar dissipando os gradientes de pH. No estroma, matriz mitocondrial ou no citoplasma, onde o pH é mais elevado, o NH₄⁺ reage com o OH⁻ para formar NH₃. O NH₃ é permeável à membrana e se difunde por intermédio dessa, de acordo com o seu gradiente de concentração. No lume, espaço intermembrana ou no vacúolo, onde o pH é mais baixo, o NH₃ reage com o H⁺ para formar NH₄⁺. Como resultado as concentrações de OH⁻ no lado externo e de H⁺ no espaço intermembrana são reduzidas, dissipando o gradiente de prótons necessário ao transporte de elétrons na fotossíntese e na respiração, assim como na captura de metabólitos nos vacúolos (Taiz e Zeiger, 2008).

Em função destes fatores, por muito tempo acreditava-se que a ureia, mesmo em pouca quantidade, poderia causar fitotoxicidade em plantas. Porém, alguns estudos têm provado o contrário. A ureia, quando aplicada em forma líquida, reduz sua perda por volatilização, além, do N facilitar a abertura dos estômatos nas folhas (Lara Cabezas et al., 1997). Sendo assim, a aplicação via foliar seria muito importante para maximizar as produtividades nas culturas. Esta forma amídica, quando aplicada em quantidade certa, via foliar, é benéfica às plantas, pois dissolvida, a eficiência da absorção é maior.

Nas folhas, a passagem da ureia através da cutícula dos vegetais é mais rápida que a de outros compostos e nutrientes, e aumenta com a concentração, sugerindo que essa passagem ocorra por difusão facilitada (Faquin, 2005). Admite-se que a ureia possa romper ligações químicas entre os componentes da cutícula e, além disso, promover aumento na permeabilidade da membrana celular (Malavolta, 1980). Em alguns casos a ureia pode potencializar o uso de adubos foliares, assim como defensivos agrícolas, por facilitar a penetração das moléculas através da cutícula foliar melhorando a absorção.

2.3. Relação entre o N e as Moléculas de Clorofila

Presente em todos os vegetais verdes, nas formas *a* e *b*, as clorofilas estão intimamente relacionadas à eficiência fotossintética de plantas e, conseqüentemente, ao crescimento e à adaptabilidade a diversos ambientes (Engel e Poggiani, 1991), sendo responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia, sob a forma de ATP e NADPH (Neves et al., 2005).

Todas as clorofilas têm uma complexa estrutura em anel, que é quimicamente relacionada com os grupos do tipo porfirina encontrada na hemoglobina e nos citocromos (Taiz e Zeiger, 2008). Segundo estes mesmos autores, estes pigmentos possuem uma longa cauda de hidrocarbonetos quase sempre ligada à estrutura do anel, ancorando a clorofila na porção hidrofóbica. A estrutura do anel contém alguns elétrons frouxamente ligados, além de ser a parte

envolvida na transição de elétrons e nas reações redox do processo fotossintético. Além disso, as clorofilas *a* e *b* possuem quatro átomos de N ligados ao magnésio na estrutura do anel (Streit et al., 2005), conforme mostrado na Figura 2.

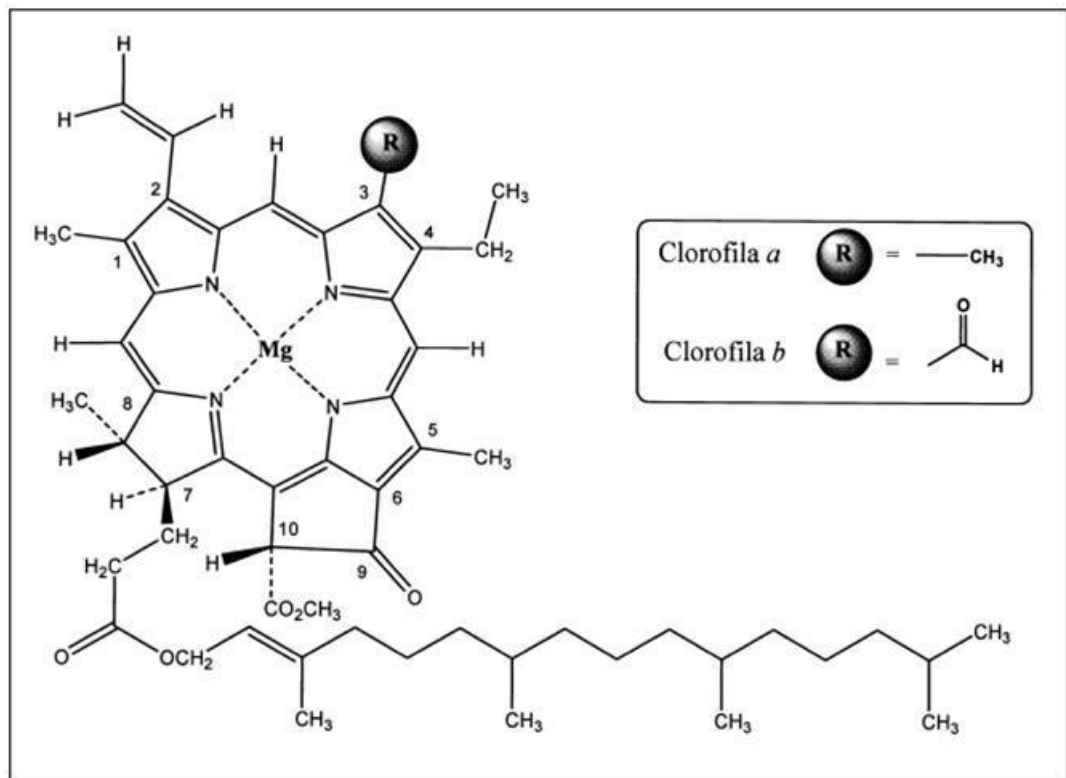


Figura 2: Estrutura química da clorofila *a* e clorofila *b*. Adaptada de Streit et al. (2005).

O conteúdo dos pigmentos fotossintéticos, principalmente as clorofilas, pode ser afetado pela ação de fatores do ambiente como as deficiências minerais, o estresse hídrico, a poluição industrial e a temperatura sub ou supraótima (Hendry e Price, 1993). Dentre estes fatores, os nutrientes minerais se destacam, por integrarem a estrutura molecular das plantas, como também por atuarem em alguma etapa das reações que levam à síntese desses pigmentos (Taiz e Zeiger, 2008). Este fato mostra que a determinação destes pigmentos pode ser uma importante ferramenta no diagnóstico de estresse em plantas e deficiências minerais, com destaque para o teor foliar de nitrogênio.

O teor de clorofila da folha também se correlaciona positivamente com o teor de carotenoides (Torres Netto et al., 2001). Os carotenoides influenciam no ciclo da zeaxantina, que participa intensamente na regulação da dissipação de calor no fotossistema II, quando este sofre uma sobrecarga energética, e evita a fotodegradação do fotossistema (Havaux, 1988).

Na folha, o teor de clorofila pode ser utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio (N), uma vez que a quantidade desse pigmento correlaciona-se positivamente com o teor deste nutriente na planta (Booij et al., 2000). Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas são integrantes de enzimas (Chapman e Barreto, 1997) que estão associadas aos cloroplastos (Stocking e Ongun, 1962).

O clorofilômetro, modelo SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development), aparelho desenvolvido pela Minolta no Japão (Minolta, 1989), tem sido utilizado para determinar de forma indireta a concentração de clorofila pela intensidade de coloração verde das folhas (Souza et al., 2011), medindo as transmissões de luz a 650 nm, onde ocorre absorção de luz e a 940 nm, onde não ocorre absorção (Gil et al., 2002). Com estes dois valores, o equipamento calcula um número ou índice SPAD que, pode ser correlacionado com o teor de clorofila da folha (Markwell et al., 1995; Guimarães et al., 1999).

De modo similar às outras culturas, o diagnóstico do teor de N no coqueiro pode ser realizado pela análise do teor de clorofila nas folhas ou a intensidade do verde utilizando o MPC (Vos e Bom, 1993; Minotti et al., 1994; Rodrigues et al., 2000). Para tal, é necessário, porém, dispor do valor do nível crítico a ser usado como referência, que pode variar de acordo com a espécie, época de plantio da cultura (Balasubramanian et al., 1999), com os estádios anatômico e morfológico das folhas e estágio fenológico das plantas (Paliwal e Karunaichamy, 1995).

Índices SPAD obtidos em folhas de plantas cítricas (Souza et al., 2011), abacaxizeiro (Leonardo et al., 2013), mamoeiro (Torres Netto et al., 2002) e milho (Rambo et al., 2004) apresentaram correlação positiva com a suficiência de N podendo ser considerado um índice para avaliar o estado nutricional de nitrogênio das plantas.

A potencialidade do SPAD-502 para avaliar a resposta de diversas espécies à aplicação do nitrogênio foi demonstrada por Wu et al. (1998); Madakadze et al. (1999); Carreres et al., (2000) e pode ser utilizada para inferir

sobre a necessidade de adubação de muitas culturas (Fox et al., 1994). Além de N, outros elementos como o S, Fe e Mn provocam clorose nas folhas em caso de deficiência (Malavolta et al., 1997) podendo induzir a erro ao estimar o teor de N.

Os métodos tradicionais utilizados para determinar a quantidade de clorofila na folha requerem destruição de amostras de tecido e muito trabalho nos processos de extração e quantificação. O MPC permite medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha sem destruí-la, constituindo uma alternativa para estimar o teor relativo desse pigmento na folha (Dwyer et al., 1991; Argenta et al., 2001), com facilidade de operação permitindo avaliações *in situ*. (Gil et al., 2002), podendo ser usado em condições de campo sem necessidade de destruição da parte amostrada da planta por profissionais técnicos e agrônomos. O maior benefício da utilização desse equipamento é a conveniência e a facilidade de uso, pois as áreas de produção podem ser amostradas e, em poucos minutos, obtém-se a resposta, facilitando assim a tomada de decisão quanto à necessidade de adubação nitrogenada (Piekielek e Fox, 1992).

Nos manuais de recomendação de fertilizantes, o teor de N nas folhas é requerido para definir as quantidades de N a serem aplicadas para o coqueiro (Freire et al., 2013; Sobral, 2007). Para isto, é necessária a análise dos teores de N na matéria seca de folhas e posterior interpretação dos resultados (Gil et al., 2002). Porém, a utilização da análise foliar apresenta limitações, como o tempo gasto entre a tomada das amostras e a obtenção dos resultados. Desta forma, o uso de ferramentas que possa minimizar tais limitações precisa ser avaliado e aperfeiçoado visando um diagnóstico preciso e em menor tempo para uma melhor tomada de decisão do nutriente a ser fornecido. Métodos que estimam o teor foliar de N de forma rápida e com baixo custo operacional são alternativas importantes para produtores e técnicos efetivarem a recomendação de adubação para a cultura. As leituras instantâneas de maneira não destrutiva de folhas, proporcionadas pelo clorofilômetro, apresentam-se como alternativa de indicação do teor de clorofila presente na folha da planta (Klooster et al., 2012).

A aplicação do medidor portátil de clorofila (MPC) tem sido estudada para diversas culturas, e com resultados satisfatórios quanto à avaliação do estado nutricional das plantas (Zotarelli et al., 2003). Entretanto, se faz necessária a sua calibração para cada cultura e em cada situação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aplicação de Ureia na Axila Foliar do Coqueiro

Etapa 1: Aplicação de Ureia até a Concentração 24%

O coqueiral estudado é da variedade Anão Verde com seis anos de idade, localizado na propriedade denominada “Sítio Imbé” (Figura 3), no Município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

As coordenadas geográficas da área são 21° 80' S e 41° 50' W e altitude de 30 metros.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo AW com inverno seco e verão quente e chuvoso. O índice pluviométrico para o Município de Campos dos Goytacazes, durante o período experimental foi de 780 mm, segundo estação meteorológica da UENF/PESAGRO-RIO.

O solo da região é classificado como Latossolo-Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2003), cuja análise granulométrica indicou percentuais de 66, 12 e 22 de areia, silte e argila, respectivamente.



Figura 3: Foto da área experimental localizada na propriedade denominada “Sítio Imbé” no município de Campos dos Goytacazes – RJ, no ano de 2014.

Foram aplicados 4,70 kg de calcário dolomítico na projeção da copa do coqueiro 67 dias antes da implantação do experimento. Aos 60 dias após a calagem (sete dias antes da aplicação dos tratamentos) foram aplicados na área de projeção da copa de cada planta, 0,90 kg de P (superfosfato simples); 0,45 kg de K (cloreto de potássio) e 0,36 kg de N (ureia) de acordo com recomendação da EMBRAPA (2009) para a cultura do coqueiro. A mesma quantidade de K foi reaplicada no solo a cada três meses ao longo do experimento.

O coqueiral é cultivado em espaçamento triangular de 8,0 x 8,0 x 8,0 m, sendo irrigado por sistema de irrigação localizada do tipo microaspersão.

O manejo de plantas daninhas foi realizado por meio de controle químico utilizando herbicida registrado para a cultura, na linha do coqueiro e, capinas e roçadas manuais nas entre linhas sempre que necessário.

As características químicas do solo e os teores nutricionais foliares estão descritos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Análise química de amostras do solo da área experimental, coletadas na área de projeção da copa na profundidade de 0-20 cm de solo no ano de 2014. Sítio Imbé, município de Campos dos Goytacazes – RJ.

	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	MO	ISNa	V
pH (água)	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³					g dm ⁻³	%	
4,2	2	0,5	2,8	1,3	12	49,5	17,75	0	14

Fonte: Laboratório de solo da FUNDENOR.

Tabela 2: Análise foliar de amostras das folhas 14 de 20 plantas de coqueiro Anão Verde da área experimental no ano de 2014. Sítio Imbé, município de Campos dos Goytacazes – RJ.

S	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
g Kg ⁻¹					mg dm ⁻³				
1,4	1,6	8,8	2,7	2,1	124,0	2,0	11,0	91,0	16,0

Fonte: Laboratório de solo da FUNDENOR.

A análise foliar de N antes da instalação do experimento foi realizada em todas as plantas utilizadas por bloco resultando nos valores da Tabela 3 mostrada abaixo.

Tabela 3: Teor de nitrogênio da folha 14, antes das aplicações dos tratamentos.

Teor de N g Kg ⁻¹					
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Média
13,46	13,95	13,46	13,95	13,46	13,66

Fonte: Laboratório de solo da UENF

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com cinco repetições, sendo o experimento conduzido em duas etapas. Na primeira etapa os tratamentos consistiram de 3%; 6%; 9%; 12%; 18% e 24% de ureia mais

testemunha (água desionizada) aplicadas nas axilas das folhas 8 e 9 do coqueiro na dosagem de 100 mL em cada folha (Figura 4), totalizando 200 mL por planta em um total de 35 plantas. O pH de cada concentração foi medido por meio de peagametro marca Kasvi modelo K 39 – 0014P.



Figura 4: Foto da aplicação de 100 mL das diferentes concentrações da solução de ureia nas axilas das folhas 8 e 9 do coqueiro em Campos dos Goytacazes-RJ.

Neste coqueiral, após a primeira aplicação (0 D), as mesmas concentrações de ureia foram reaplicadas aos 60 (60 D), 120 (120 D), 180 (180 D) e 240 dias (240 D), sendo todas iniciadas após 14:00 horas (horário de Brasília). A quantidade total de N aplicado em cada concentração avaliada (soma das 5 aplicações) foi de 0,0; 13,5; 27,0; 40,5; 54,0; 81,0; 108,0 g de N por planta.

As avaliações de possíveis lesões foram realizadas visualmente e registradas através de fotografias aos 4, 7, 15, 30 e 60 dias após cada aplicação. Diferentemente das demais, a aplicação de ureia realizada aos 240 dias foi avaliada visualmente apenas aos 4, 7 e 15 dias encerrando esta etapa do experimento aos 255 dias (255 D) após o início das aplicações.

Durante as avaliações foram analisados sintomas visuais de possíveis lesões nas axilas, e estipe e aos 60 dias após a primeira aplicação, a folha 10 (inicialmente, folha 8) de cada repetição das concentrações 18% e 24% foi destacada da planta para visualização do tecido interno e também abaixo da bainha foliar.

Ao final das aplicações quantificou-se o número de folhas, espatas, inflorescências e cachos. Antes da primeira aplicação (0 D) e aos 60, 120, 180,

240 e aos 255 dias após o início das aplicações foram também coletadas amostras do terço médio dos folíolos centrais das folhas 14 (folha diagnóstico para o coqueiro) e 11 (folha nove na ocasião de cada aplicação) para a análise do teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl.

Etapa 2: Aplicação de Ureia até a Concentração 42%

Após as aplicações e avaliações realizadas para as concentrações até 24% no mesmo coqueiral do Município de Campos dos Goytacazes, iniciou-se a aplicação de novas concentrações de ureia na axila. Nesta etapa do experimento, iniciada 30 dias após o encerramento da primeira etapa, foram selecionadas plantas diferentes das utilizadas anteriormente. Nestas plantas foram avaliadas as concentrações de calda de ureia de 24%; 30%; 36% e 42% mais testemunha (apenas água desionizada), utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 20 plantas.

Os teores de N nas plantas (por bloco) utilizadas nessa etapa do experimento estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4: Teor de nitrogênio da folha 14, antes das aplicações dos tratamentos.

Teor de N g Kg ⁻¹					
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Média
13,46	17,20	16,50	16,40	17,30	16,80

Fonte: Laboratório de solo da UENF

A ureia utilizada neste experimento foi da marca Heringer, no qual proporcionou a quantidade total de N aplicado em cada concentração de 43,2; 54,0; 64,8; 75,6 g de N por planta para as concentrações de 24%; 30%; 36%; 42% nas duas épocas (0 e 30 dias) de aplicação de ureia.

A dosagem utilizada para cada concentração de ureia foi também de 200 mL por planta, sendo 100 mL aplicados em cada axila das folhas 8 e 9. As mesmas concentrações foram reaplicadas aos 30 dias após a primeira aplicação. As avaliações para verificar possíveis sintomas de queima foram realizadas visualmente e registradas por meio de fotografias aos 2, 4, 7, 15 e 30 dias após cada aplicação. No primeiro dia (0 D), aos 30 (30 D) e 60 dias (60 D), sendo também coletadas amostras dos folíolos centrais das folhas 9 e 14 para análise do teor de N pelo método de Kjeldahl.

Os dados das quantidades de folhas, espigas, inflorescências, cachos e os teores de N das folhas 9 e 14 obtidos para as concentrações até 24% e 42% de ureia utilizadas nas duas etapas do experimento foram submetidos à análise de variância e análise de regressão em função das doses de N aplicadas. Foram selecionados modelos de regressão cujos coeficientes da equação mostraram-se significativos até o nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis onde não foram selecionados modelos, mas houve efeito das doses, os dados foram submetidos ao teste de Tukey a até 5% de probabilidade.

3.2. Determinação do Índice SPAD-502 e Correlação com os Teores de N e Clorofilas

O trabalho foi realizado em coqueiral, da variedade Anão Verde com sete anos de idade, ocupando uma área de 4,00 ha, situada na propriedade denominada “Sítio São Joaquim”, localizada no município de São João da Barra, Rio de Janeiro, Brasil.

As coordenadas geográficas da área são 21° 73' S e 41° 09' W com altitude de 3 metros. O clima da Região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo AW, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2003), cujos percentuais de areia, silte e argila são, respectivamente 98%, 1% e 1%. As características químicas do solo e os teores nutricionais foliares estão descritos nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Análise química de amostras do solo da área experimental coletadas na área de projeção da copa na profundidade de 0-20 cm no ano de 2014. Sítio “São Joaquim”, município de São João da Barra – RJ.

	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	MO	ISNa	V
pH (água)	mg dm ⁻³	mmol _c dm ³					g dm ⁻³	%	
5,1	6	0,6	3,9	1,5	2,1	13,45	8,36	4	54

Fonte: Laboratório de solo da FUNDENOR.

Tabela 6: Análise de amostras das folhas 14 de 20 plantas de coqueiro Anão Verde da área experimental no ano de 2014. Sítio “São Joaquim”, município de São João da Barra – RJ.

N	S	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
g Kg ⁻¹					mg dm ⁻³					
17,6	1,0	1,9	8,4	2,6	3,5	60,0	3,0	14,0	74,0	21,0

Fonte: Laboratório de solo da FUNDENOR.

A irrigação é do tipo localizada por microaspersão e as plantas são adubadas quinzenalmente por fertirrigação.

As folhas do coqueiro variando entre as folhas 9 e 14 com diferentes tonalidades de verde foram coletadas aleatoriamente no período de seis a sete horas da manhã, armazenadas em sacos de polietileno e acondicionadas dentro de caixas de poliestireno expandido para evitar a desidratação. Estas folhas foram transportadas até o Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LSOL-UENF), onde foram selecionados folíolos de diferentes intensidades de cor verde, totalizando sete intensidades de cores com cinco repetições para cada intensidade. Para a classificação das tonalidades de verde foi utilizada uma escala numérica de 1 a 7: verde muito intenso (1), verde intenso (2), verde (3), verde claro (4), verde claríssimo (5), verde amarelado (6), amarelo (7) (Figura 5).



Figura 5: Sete diferentes intensidades de cores variando do amarelo (nenhum pigmento verde) ao verde muito intenso obtidas em folíolos selecionados de folhas variando entre as posições 9 e 14 coletadas em plantas aleatórias de coqueiro no Sítio “São Joaquim”, município de São João da Barra – RJ.

Para cada folíolo, foram retirados seis discos com diâmetros de 6 mm de cada tonalidade de verde selecionada. Imediatamente após a retirada dos discos, estes foram utilizados para a realização das leituras com SPAD-502. Em seguida, os discos de cada folíolo foram imersos em 4 mL do solvente orgânico Dimetilsulfóxido (DMSO), onde permaneceram por 48 horas no escuro, a fim de evitar a degradação dos pigmentos pela ação da luz durante o período de extração. Após 48 horas, foi feita a leitura do extrato em espectrofotômetro Varian Cary 50 Bio, nos comprimentos de onda de 480, 649 e 665 nm, para determinação dos teores de clorofila *a*, *b*, clorofila *total* (soma das clorofilas *a* e *b*), razão clorofila *a/ b* e carotenoides, conforme metodologia de Wellburn (1994).

As partes remanescentes do limbo dos folíolos de cada tonalidade foram acondicionadas em sacolas de papel, formando duas repetições cada e levadas a estufa a 70 °C por 48 horas, para posterior determinação do N foliar pelo método de Kjeldahl.

Os dados referentes aos teores de clorofila *a*, *b*, *total*, carotenoides, nitrogênio, razão clorofila *a/ b* e os dados da leitura do SPAD-502 foram submetidos ao teste F (5%), comparando-se as médias pelo teste Tukey (5% de probabilidade) e análise de correlação linear de Pearson pelo Programa Saeg 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Toxidez por Ureia para Concentrações de até 24% e 42% Aplicadas nas Axilas

Para todas as épocas de avaliação e concentrações de ureia aplicadas na axila foliar, os resultados indicaram ausência visual de queima até a concentração de 24% de ureia, tanto na parte interna quanto externa das folhas 8 e 9 (Figura 6: A, B).

Também não foram verificados sintomas de queima axilar após o aumento das concentrações até 42% de ureia nas axilas das folhas 8 e 9, assim como não havia lesões no estipe e no tecido interno do pecíolo foliar (Figura 7: A, B).

As espatas das axilas das folhas 9, que receberam a aplicação de solução com 42% de ureia, não apresentaram nenhum sintoma de lesão após a abertura das inflorescências (240 D). Estes resultados evidenciam que o coqueiro tolerou aplicações axilares de ureia em concentrações de até 42% sem danos às axilas, espatas / inflorescências.

Fernández et al. (2015) mencionaram que os sintomas de queima foliar ocasionados pela ureia são visíveis de 24 a 48 horas após a aplicação para a maior parte dos vegetais. No presente trabalho todas as avaliações foram realizadas por tempo máximo de até 60 dias após cada aplicação sem que

fossem observados quaisquer sintomas visíveis na axila para concentrações máximas de 24% a 42% de ureia. Rosolem (2002) afirma que a rápida absorção (de 90 minutos a 36 horas após aplicação), torna a ureia um fertilizante passível de ocasionar fitotoxidez, quando aplicado em alta concentração nas folhas na maior parte dos vegetais. Ressalta-se ainda que a espessura menos delgada da cutícula possa facilitar a absorção foliar. Araujo (2009), estudando a anatomia da folha do coqueiro, verificou que ambas as faces dos folíolos se encontram revestidas por ceras epicuticulares do tipo placa, que funcionam como camada protetora. Semelhantemente aos folíolos, estes fatores podem ter influenciado positivamente para a proteção contra a fitotoxidez de ureia aplicada nas axilas e reduzido a eficiência das aplicações.

As plantas utilizadas no experimento fazem parte de coqueirais adultos com idades variando entre 6 a 7 anos. Rosolem (2002) destaca que a idade da folha, assim como a idade fenológica da planta podem influenciar na absorção dos nutrientes, sendo que as folhas novas absorvem mais o nutriente do que as adultas e mais velhas. As folhas 8 e 9 selecionadas para aplicação axilar de ureia, por situarem-se acima da folha 14 (considerada a folha diagnóstico para o coqueiro, por ser uma folha recém-madura), são classificadas dentre as folhas mais novas e, por isto, apresentam maior absorção do fertilizante, diminuindo possíveis sintomas de fitotoxidez.

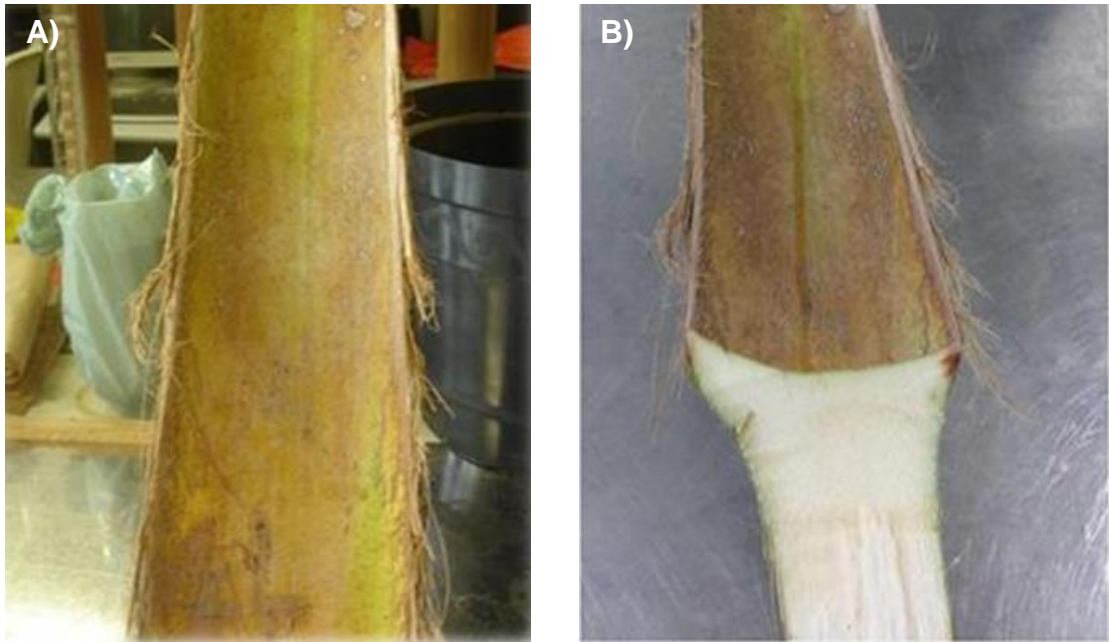


Figura 6: Aspecto externo (A) e corte em bisel expondo o tecido interno (B) da axila da folha 9 em plantas de coqueiro Anão Verde aos 60 dias após aplicação de 24% de ureia na axila.



Figura 7: Aspecto externo (A) e corte em bisel expondo o tecido interno (B) da axila da folha 9 em plantas de coqueiro Anão Verde aos 30 dias após aplicação de 42% de ureia na axila.

Diversos trabalhos têm mostrado concentrações máximas de ureia toleradas por diferentes culturas na aplicação foliar (Almeida et al., 2000; Souza Junior e Carmello, 2008). O algodoeiro, por exemplo, pode suportar até 15% deste fertilizante aplicado nas folhas (Ferraz et al., 1969). Almeida et al. (1998) mostraram que concentrações de ureia de até 10% não causaram injúrias sérias às folhas de feijoeiro. Entretanto, com o aumento da concentração a partir de 10% a área lesionada aumentou rapidamente, com pequenos incrementos nas concentrações de ureia na solução. As variações observadas em uma gama de culturas podem estar relacionadas a alguns fatores inerentes à estrutura foliar (espessura da cutícula), idade da folha e fatores inerentes ao ambiente como temperatura, umidade do ar e luminosidade (Taiz e Zeiger, 2008).

O pH da solução também pode influenciar a absorção da ureia através da cutícula. O pH das soluções contendo de 3%; 6%; 9%; 12%; 18%; 24%; 30%; 36% e 42% de ureia foi 8,10; 8,16; 8,23; 8,26; 8,31; 8,41; 8,47; 8,55 e 8,62.

Para a absorção de ureia, o melhor pH encontra-se na faixa de 5 a 8 (Camargo e Silva, 1975), embora em pH acima de 7,0 possam ocorrer maiores perdas por volatilização. De acordo com Kannan (1991), a melhor absorção de ureia por folhas de macieira ocorreu entre pH 5,4 e 6,6. Entretanto, Rosolem et al. (1990) encontraram absorção mais rápida por folhas de algodoeiro com pH de solução 4,0 ou menor.

Os teores de nitrogênio das folhas 9 e 14 do coqueiro apresentaram aumentos lineares aos 180 e 255 D após a aplicação da ureia (Figura 8). Nestas épocas, os maiores teores de N na folha 14 foram observados na concentração de 24% com valores de 14,46 e 16,91 g kg⁻¹ de N, respectivamente (Figura 8). Os menores teores de N foram verificados nas testemunhas aos 180 D e 255 D com valores, respectivamente de 11,78 e 12,68 g kg⁻¹, o que era de se esperar, já que este tratamento não recebeu N-ureia na axila.

Na folha 9 (que recebeu as caldas de ureia diretamente em sua axila) verificou-se que as testemunhas apresentaram os menores teores de N nas duas épocas avaliadas com valores respectivos de 12,09 e 14,27 g kg⁻¹ (Figura 8), enquanto, na concentração 24% de ureia aos 180 e 255 D foram observados maiores teores foliares de N (17,15 g kg⁻¹ e 18,16 g kg⁻¹).

Os teores de N encontrados nas folhas 9 foram maiores do que os encontrados nas folhas 14 em todas as concentrações aos 180 D e 255 D. Isto

contrária Sobral e Nogueira (2008), que encontraram teores de N menores na folha 9 (19,2 g kg⁻¹) em relação à folha 14 (20,5 g kg⁻¹). Segundo Taiz e Zeiger (2008), o nitrogênio é mobilizado a partir das folhas mais velhas e, por isto, as folhas mais jovens tendem a apresentar maiores teores deste nutriente.

Magat (1991) propôs como nível crítico de N para a folha 14 valores entre 18 e 20 g kg⁻¹ para a cultura do coqueiro. Neste experimento, todas as concentrações de ureia aplicadas na axila (até 24%) proporcionaram teores de N nas folhas 14 e 9 abaixo do nível considerado crítico por esse autor, em todas as épocas avaliadas.

Comparativamente à testemunha, todas as doses de ureia proporcionaram maiores teores foliares de N na folha 14, indicando que o N aplicado foi absorvido nas axilas das folhas 8 e 9 e detectado na folha 14 e, que as axilas são capazes de absorver N-ureia, sendo este N mobilizado para as demais folhas, inclusive para as folhas mais velhas.

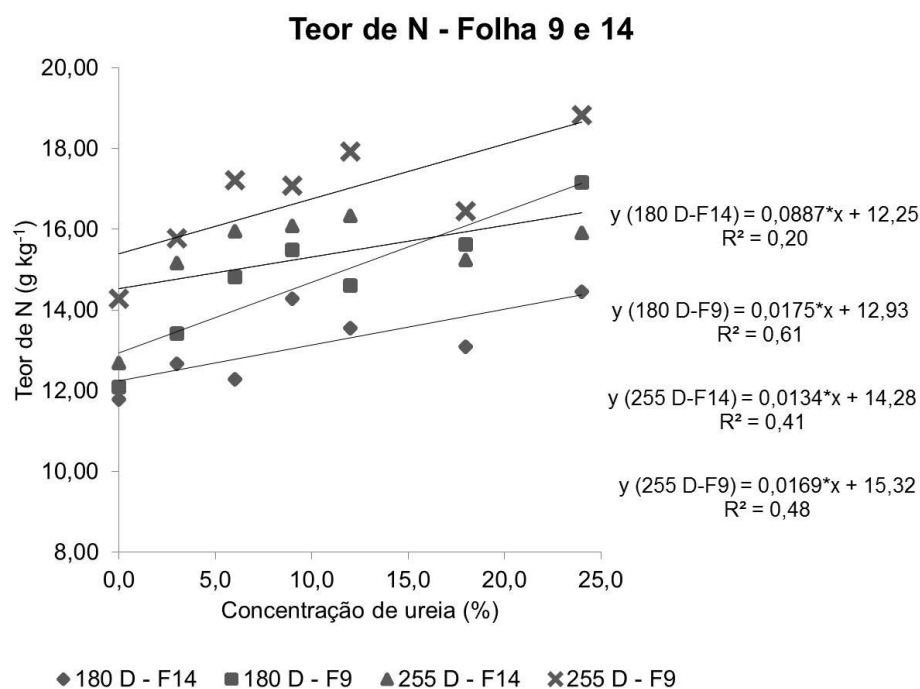


Figura 8: Teores de nitrogênio na folha 14 e na folha 9 de plantas de coqueiro Anão Verde aos 180 D e 255 D (dias) após o início das aplicações das concentrações 0%; 3%; 6%; 9%; 12%; 18% e 24% de ureia nas axilas.

* Significativo em 1% de probabilidade.

No número de folhas não foi observada diferença significativas aos 60 D, 120 D e 180 D entre as concentrações avaliadas (Figura 10 - A). Também não foram selecionados modelos lineares nestes períodos. Porém, aos 240 D foram verificados incrementos lineares no número de folhas em função das doses de ureia aplicadas (Figura 9). Houve redução na emissão de folhas na testemunha na avaliação aos 60 dias para a avaliação aos 180 dias, sendo que aos 240 D foram verificadas cerca de 15 folhas na testemunha. Estes resultados indicam que houve morte precoce das folhas e/ou possível redução no ritmo de emissão foliar neste período para a testemunha.

Na dose 24% foram verificados cerca de 17 folhas. Esse valor máximo de folhas observado juntamente as demais doses durante o período experimental ficaram abaixo da média de 25 a 30 folhas por planta mencionada por Child (1974), que seria o ideal para o coqueiro Anão Verde. Segundo Passos (1997), uma planta adulta de coqueiro 'Verde Anão' sob condições ambientais favoráveis pode emitir cerca de 18 folhas por ano. Quando o coqueiro é cultivado sob condições de deficiência nutricional e / ou condição ambientalmente desfavorável, ocorre redução no número de folhas vivas por planta, devido provavelmente à redução no ritmo de emissão foliar e à menor duração da folha (Passos, 1997). Frémond et al. (1975) discordam da afirmação de que a redução do número de folhas na copa do coqueiro, sob condições ambientais desfavoráveis, é causada pela morte precoce da folha. Segundo esses autores, ela seria causada pela redução no ritmo de emissão foliar.

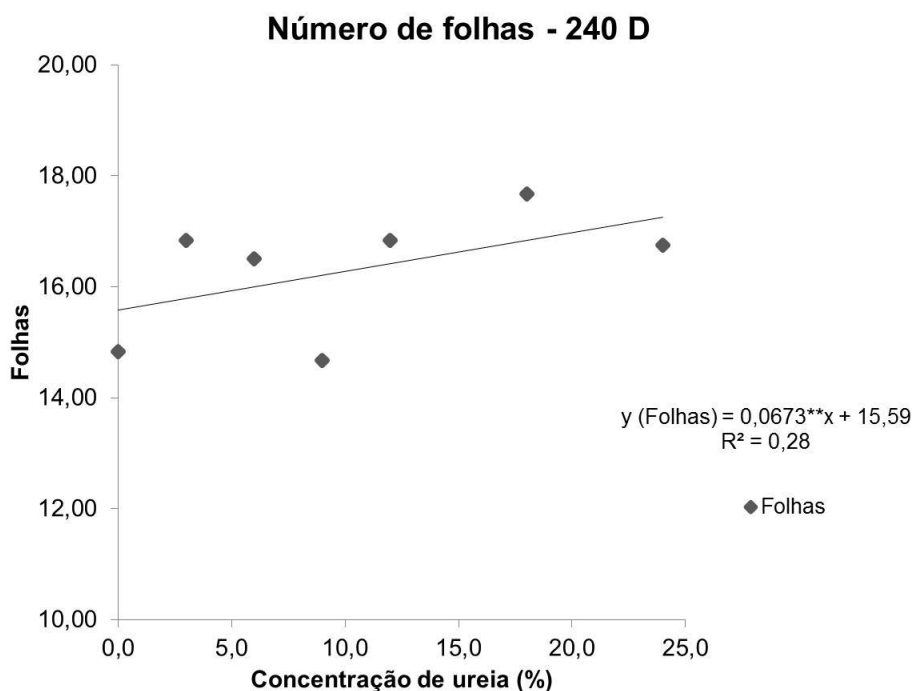


Figura 9: Número de folhas de plantas de coqueiro submetidas às concentrações 0%; 3%; 6%; 9%; 12%; 18% e 24% de ureia nas axilas aos 240 D (dias) das aplicações.

** Significativo em 2% de probabilidade.

Não foram selecionados modelos de regressão para o número de espatas, inflorescências e cachos. Não houve diferença significativa entre as concentrações de ureia testadas para o número de espatas aos 60 D (Figura 10 – B; 11 – A, B). Nesse período, ainda não havia iniciado a abertura de espata, não sendo por este motivo, contabilizadas as inflorescências.

Na avaliação aos 240 dias, as plantas que receberam 24% de ureia nas axilas apresentaram menores quantidades de espatas, inflorescências e cachos (Figura 10 – B; 11 – A, B).

Os resultados mostraram que houve aumento da quantidade de espatas e inflorescência a partir do período de emissão destas estruturas vegetais em todos os tratamentos. Estas variações podem ter ocorrido também, em função do estado nutricional das plantas anteriormente ao experimento, já que, segundo Ohler (1984), as espatas são formadas cerca de dois anos antes de sua emissão na axila de cada folha. Desta forma, o período experimental pode ter sido insuficiente para avaliar os efeitos das diferentes doses de nitrogênio sob a produção de espatas e inflorescências.

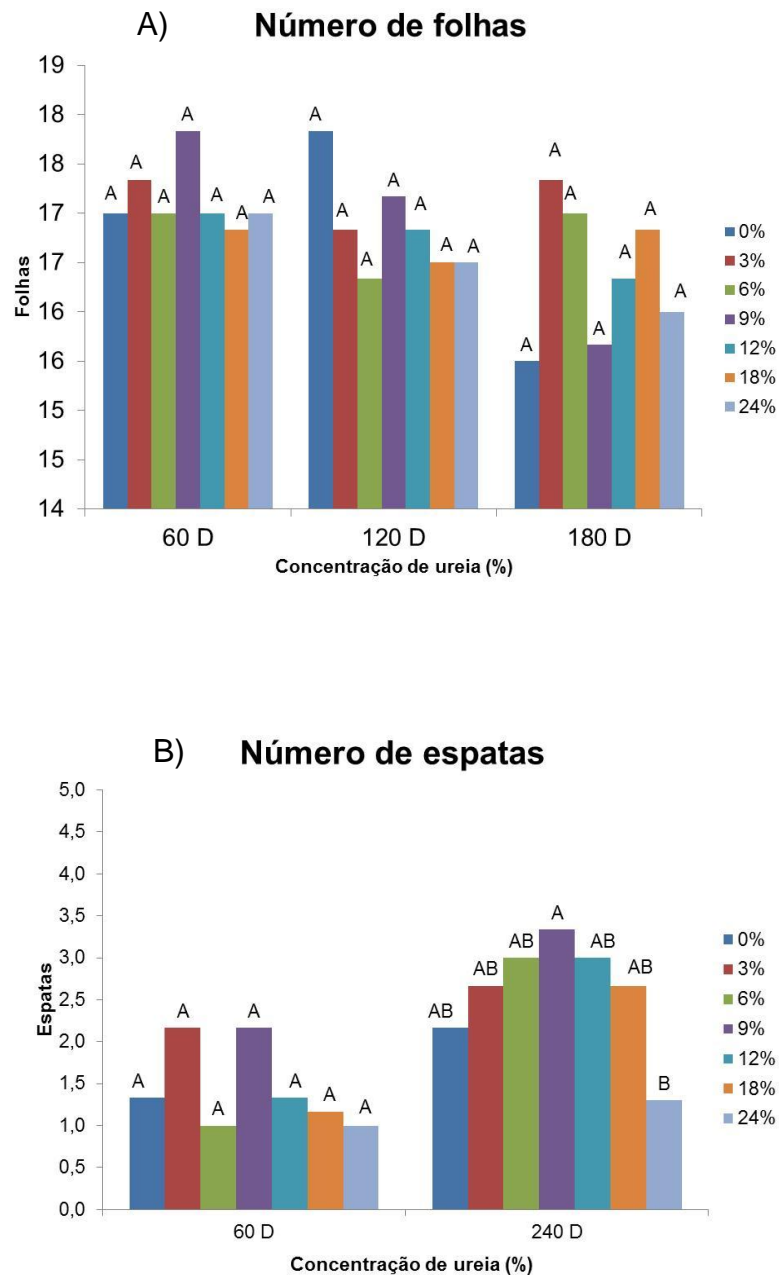


Figura 10: Número de folhas (A) avaliadas aos 60 D, 120 D e 180 D e espatas (B) aos 60 D e 240 D de plantas de coqueiro Anão Verde submetidas às concentrações 0%; 3%; 6%; 9%; 12%; 18% e 24% de ureia nas axilas. As letras diferentes representam as médias que diferiram segundo o teste Tukey (5%). D = dias.

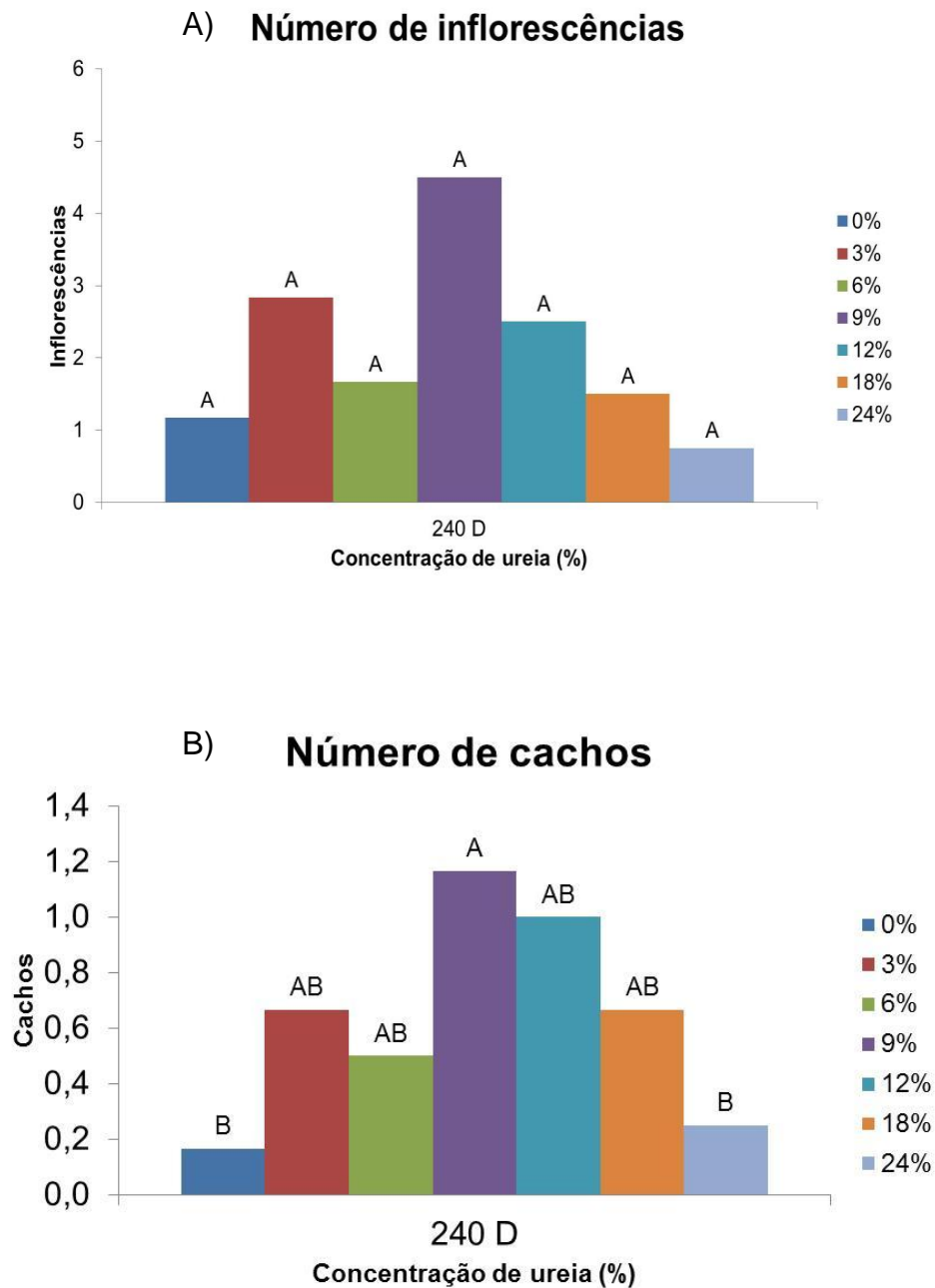


Figura 11: Número de inflorescências (A) e cachos (B) de plantas de coqueiro Anão Verde submetido às concentrações 0%; 3%; 6%; 9%; 12%; 18% e 24% de ureia nas axilas avaliadas aos 240 D.

As letras diferentes representam as médias que diferiram segundo o teste Tukey (5%). D = dias.

O número de espadas verificado aos 60 D corresponde às inflorescências quantificadas aos 240 D. Essa afirmação pode ser explicada pelo fato das espadas, após a sua emissão, levarem cerca de dois meses para se desenvolver

(Holanda et al., 2007). Estas inflorescências tornaram-se cachos observados nas avaliações aos 240 D. O baixo número de cachos na testemunha, pode ter sido em função do teor médio de N neste período, tanto na folha 14 ($11,78 \text{ g kg}^{-1}$) quanto na folha 9 ($12,09 \text{ g kg}^{-1}$), bem abaixo da faixa considerada crítica para o coqueiro. Apesar da concentração 24% também ter apresentado baixos teores médios de N nas folhas 14 e 9 neste período, paralelamente pode ter ocorrido algum efeito tóxico da alta concentração de ureia, que embora não tenha apresentando sintoma visível de lesão na axila, pode ter prejudicado o desenvolvimento da inflorescência/espata até a formação de cachos.

A concentração de 9% de ureia proporcionou incremento no número de cachos na avaliação aos 240 D de acordo com o teste Tukey em 5% de probabilidade (Figura 11 - B). Cordido (2015) estudando doses crescentes de ureia aplicadas no solo e na axila do coqueiro em concentração de até 20% verificou que o aumento das doses de ureia proporcionou aumentos lineares para o número de cachos e frutos para aplicações nas axilas foliares.

Outros fatores também podem ser destacados como causadores da baixa produção de cachos e frutos no coqueiro, dentre eles o cultivo sob condições de deficiência hídrica prolongada ou desnutrição (Passos, 1991; citado por Sousa, 2006), a presença de fungos ou ataque de insetos ou até mesmo a má polinização e condições de tempo (Posse, 2005) que poderão agir impedindo o desenvolvimento da inflorescência na axila da folha do coqueiro.

Na ocasião da primeira aplicação (0 D) as plantas ainda não haviam iniciado a produção de frutos. Aos 60 D iniciaram-se as emissões de espatas e apenas aos 180 D ocorreram às emissões de cachos. Cregan e Berkum (1984), disseram que a quantidade de nitrogênio absorvida varia durante o ciclo de desenvolvimento, aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo e atinge o máximo durante os estádios reprodutivos da planta. Bredemeier e Mundstock (2000) afirmam que durante a fase reprodutiva, ocorre a remobilização do N foliar para o desenvolvimento das inflorescências, aumentando a exportação de aminoácidos das folhas. No presente trabalho as plantas não conseguiram atingir o nível crítico foliar de N. Isto pode ser um indicador que as quantidades de N oferecidas, mesmo nas maiores concentrações de ureia, poderia não estar sendo suficientes para as plantas, e

ainda que, o N aplicado estaria também sendo direcionado para os órgãos reprodutivos.

4.1.1. Teor de N de Plantas de Coqueiro Submetidas às Concentrações de até 24% e 42% de ureia

Houve aumentos lineares para as aplicações de ureia até a concentração de 42% para o teor de N na folha 14 e também para o teor de N na folha 9 em todas as épocas avaliadas (30 e 60 D) (Figura 12). Na folha 14 os teores de N aumentaram de 12,43 para 15,20 g Kg⁻¹, enquanto aos 60 D os teores foliares foram de 11,28 para 19,90 g Kg⁻¹ com as doses aplicadas.

Da mesma forma, os teores de N na folha 9, também apresentaram incremento com a acréscimo das concentrações de ureia (Figura 12).

Concentrações de ureia acima de 36% proporcionaram teores de N dentro da faixa crítica (18,7 g Kg⁻¹ de N foliar). Isto mostra que, a ureia aplicada em concentrações acima de 360 g L⁻¹ nas axilas com intervalos de até 30 dias podem suprir a necessidade de N recomendada para o coqueiro. Nesta concentração foi aplicado um total de 64,8 g planta⁻¹ de ureia, valor este bem abaixo do que é indicado para a aplicação no solo de acordo com Sobral (2002).

Diversos trabalhos mostraram os benefícios da ureia, principalmente na fase pré-floração aumentando a iniciação e a intensidade do florescimento (El-Otmani et al., 2000). Na maior parte desses estudos, a aplicação de N foliar não elevou os teores de N nos tecidos em longo prazo, mas atuou alterando a iniciação / diferenciação floral e frutificação. Estes resultados parecem sugerir que a ureia tem um benefício fisiológico, que vai além do simples fornecimento de N (Fernández et al., 2015).

A concentração de 42% de ureia foi suficiente para elevar o teor foliar de nitrogênio acima da faixa de deficiência. Por ser uma concentração considerada alta, sua utilização pode proporcionar algumas vantagens para a cultura do coqueiro, como por exemplo, o menor número de pulverizações para atender a demanda de nitrogênio da planta. Fernández et al. (2015) mencionaram em trabalho realizado com a cultura do pessegueiro, que o limite de fitotoxicidade

atingido com baixas concentrações de ureia, entre 5,0 g L⁻¹ e 10,0 g L⁻¹, exigem maiores quantidades de pulverizações para atender a demanda da planta. No caso do coqueiro, aplicações axilares com alta concentração de ureia podem aumentar o aproveitamento do fertilizante, já que as aplicações nas folhas 8 e 9 proporcionam o escorrimento para as folhas localizadas abaixo destas, aumentando a absorção, reduzindo as perdas, além de diminuir os custos com mão de obra das pulverizações axilares, contribuindo para a redução do custo de produção da cultura, mas precisa ser realizado com cautela, uma vez que pode prejudicar a emissão de espigas.

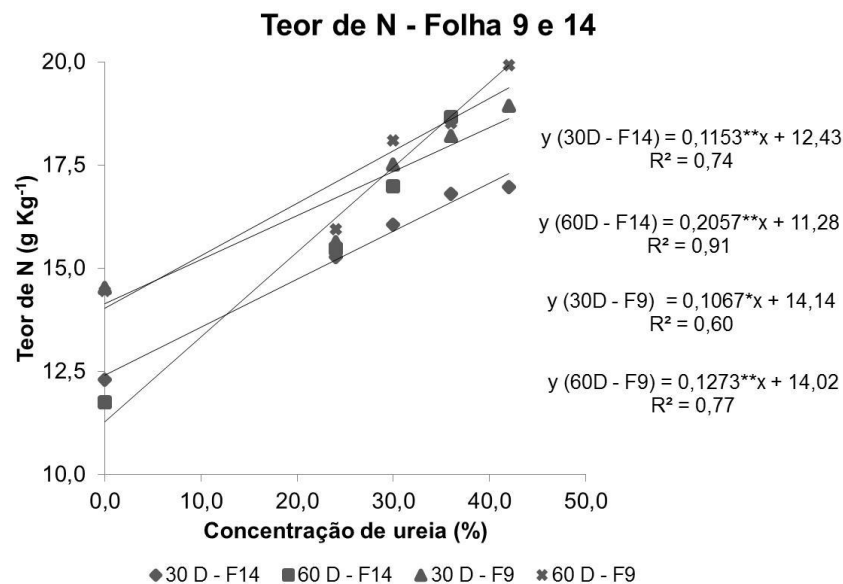


Figura 12: Teores de nitrogênio na folha 14 e na folha 9 de plantas de coqueiro Anão Verde aos 30 D e 60 D (dias) após o início das aplicações das concentrações 0%; 24%; 30%; 36% e 42% de ureia nas axilas.

* Significativo em 1% de probabilidade.

** Significativo em 2% de probabilidade.

4.2. Índice SPAD e Correlação com Teor de N e Clorofilas

Os valores das leituras do SPAD-502, das concentrações de clorofila *a*, *b*, *total*, carotenoides e da razão clorofila *a/b* foram significativos nas diferentes tonalidades de verde de acordo com o teste Tukey em 5% de probabilidade (Tabela 7).

Os valores de leitura do SPAD-502 tiveram acréscimo em folhas do coqueiro, paralelamente ao acréscimo nos teores de clorofilas *a*, *b* e *totais* conforme as folhas ficavam mais verdes. Isto corrobora com resultados de estudo em videira (Amarante *et al.*, 2009), algodoeiro (Neves *et al.*, 2005) e batata (Gil *et al.*, 2002).

Tabela 7: Teores de clorofila *a* (Clora), clorofila *b* (Clorb), clorofila total, razão clorofila *a / b*, carotenoides (Carot) e leitura do SPAD-502 em sete intensidades da cor verde, variando do 1 (verde muito intenso) ao 7 (amarelo) em folhas de coqueiro Verde Anão no município de São João da Barra-RJ.

Intensidade de verde				Razão		
	Clora	Clorb	ClorTotal	a/b	Carot	SPAD
1	322,05 ^a	93,01 ^a	415,06 ^a	3,53 ^b	46,80 ^a	75,10 ^a
2	152,58 ^b	37,38 ^b	189,96 ^b	4,12 ^b	26,84 ^{ab}	58,08 ^b
3	83,60 ^{bc}	19,02 ^{bc}	102,62 ^{bc}	4,46 ^b	16,50 ^b	41,38 ^c
4	47,93 ^c	14,77 ^{bc}	62,70 ^c	3,32 ^b	12,38 ^b	34,74 ^c
5	20,75 ^c	2,91 ^c	23,66 ^c	9,54 ^a	9,57 ^b	16,28 ^d
6	18,49 ^c	14,87 ^{bc}	33,36 ^c	1,34 ^b	22,64 ^b	11,62 ^d
7	5,18 ^c	6,80 ^{bc}	11,97 ^c	1,30 ^b	18,07 ^b	1,86 ^e
CV%	35,99	47,67	38,14	45,99	40,10	9,18
F	**	**	**	*	*	**

As letras diferentes indicam diferenças significativas (teste de Tukey 5%).

**Nível de significância até 1%.

* Nível de significância superior a 5%.

Os teores de clorofila *a* e *b* oscilaram entre 5,18 $\mu\text{ cm}^2$ e 6,80 $\mu\text{ cm}^2$ nos folíolos com tonalidade amarela (7) a 322,05 $\mu\text{ cm}^2$ e 93,01 $\mu\text{ cm}^2$ para o verde muito intenso (1), respectivamente (Tabela 7). Segundo Wolf (1956), a clorofila *a* é mais intensamente degradada do que a clorofila *b*. Esta informação pode explicar a maior razão clorofila *a/b*, quando os valores da leitura do SPAD-502 se encontravam entre 75,10 a 16,28 e a posterior redução desta razão, chegando a inverter nos folíolos de cor amarela (7), onde a quantidade de clorofila *b* foi maior que a clorofila *a*. A razão clorofila *a/b* nas plantas pode estar relacionada ao seu grau de sombreamento, sendo considerada como característica importante na adaptabilidade vegetal (Taiz e Zeiger, 2008). Neste trabalho, a razão clorofila *a/ b* indica que as folhas analisadas estavam submetidas à radiação intensa. Esta característica já era esperada, por se tratar de plantas cultivadas a pleno sol. Por isto, a razão clorofila *a/ b* também é um indicador do nível de dano que determinado estresse pode causar à planta, como por exemplo, o excesso de luminosidade (Zotarelli et al., 2003).

Engel e Poggiani (1991) afirmaram que a proporção entre clorofila *a* e *b* tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa. Uma maior proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita a captação de energia de outros comprimentos de onda e transferência para uma molécula específica de clorofila *a*, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese (Whatley e Whatley, 1982).

Os teores de clorofila *total* oscilaram entre 11,97 e 415,06 $\mu\text{ cm}^2$ proporcionalmente aos valores do SPAD-502 que oscilaram entre 1,86 e 75,10 do amarelo (7) ao verde muito intenso (1). De acordo com Torres Netto *et al.* (2002), valores do SPAD-502 maiores que 40 estão associados com alta quantidade de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b* e carotenoides), assim como maiores teores de nitrogênio nas folhas do mamoeiro.

A Figura 13 mostra que os teores de nitrogênio aumentaram de forma linear com o aumento dos valores do SPAD-502.

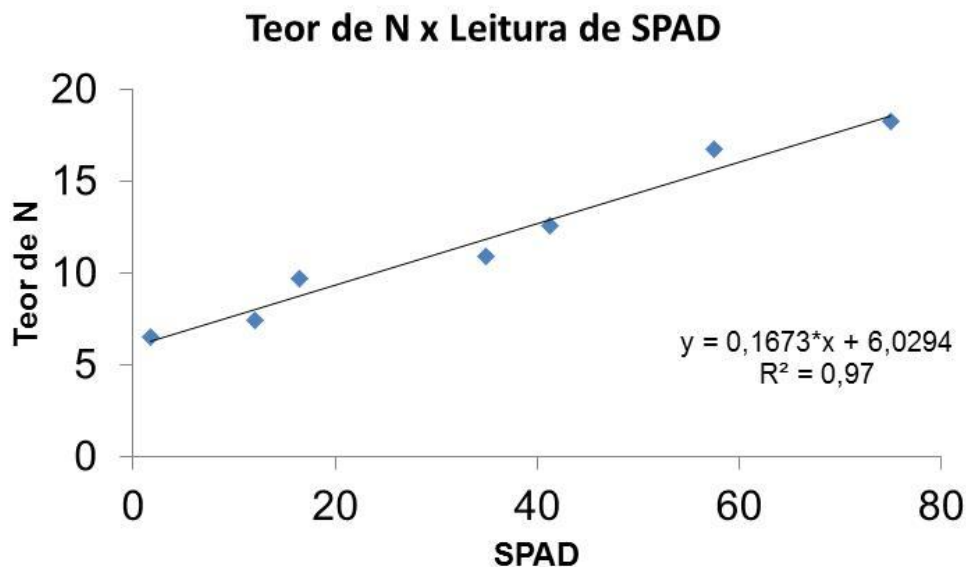


Figura 13: Correlação do teor de nitrogênio com a leitura do SPAD na folha do coqueiro Anão Verde.

Apenas folhas com tonalidade de verde mais escuro tiveram teores de nitrogênio superior a 18 g kg⁻¹, teor considerado crítico por Magat (1991). Nas demais tonalidades de verde, os teores de N nas folhas situaram-se abaixo do nível crítico. De acordo com Zotarelli *et al.* (2003), em baixas concentrações de clorofilas as deficiências de N são maiores, sendo isto registrado nas leituras do SPAD-502. No presente trabalho o maior teor de N (18,27 g Kg⁻¹), foi verificado no valor do SPAD a partir de 71,5 conforme equação descrita na Figura 13. Segundo Furlani Junior *et al.* (1996), com a deficiência de N, a planta degrada as moléculas de clorofila, para translocar o N para as regiões de crescimento ativo. O valor de SPAD mostrou-se alto para tonalidades de verde muito intenso (1) comparativamente aos valores de SPAD considerados críticos para a maior parte das culturas como batata (49 - 59) (Malavolta *et al.*, 1997) e tomate (48,4 - 52,2) (Ferreira *et al.*, 2006).

Os teores de N a partir do verde intenso mostraram-se abaixo do nível crítico foliar embora sem apresentar sintomas visíveis. Isto pode indicar que outros nutrientes que, segundo Malavolta *et al.* (1997), também podem causar clorose foliar como S e Mg se encontravam em quantidades suficientes para manter a coloração verde nas folhas do coqueiro, proporcionando valores altos de SPAD, apesar dos baixos teores de N.

A deficiência de outros nutrientes, que também fazem parte da molécula da clorofila, como o magnésio, por exemplo, pode ocasionar clorose nas folhas mais velhas, semelhantemente ao nitrogênio. Caso haja deficiência destes nutrientes na planta, podem ocorrer erros na interpretação da leitura SPAD, uma vez que, segundo Souza et al. (2011), a leitura é baseada na intensidade da coloração verde das folhas, não diferenciando os diferentes tipos de clorose.

Os teores de carotenoides diferiram significativamente segundo o teste Tukey (5%) para as tonalidades verde mais intenso (1), verde intenso (2) e verde (3) (Tabela 7). Não houve variação dos teores de carotenoides a partir da coloração verde clara (4). Os carotenoides possuem função protetora participando intensamente na regulação da dissipação de calor no fotossistema II, quando este sofre uma sobrecarga energética e evita a fotodegradação do fotossistema (Havaux, 1988). Com a redução dos teores de clorofila verificada nas folhas abaixo da tonalidade 3, provavelmente os níveis estáveis de carotenoides agiram evitando danos ao aparelho fotossintético nestas folhas (Tabela 7).

Houve correlação positiva significativa entre os teores médios das variações de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total*, carotenoides e leitura do SPAD-502 e, destas com os teores foliares de N (Tabela 8), podendo este equipamento ser utilizado na estimativa do teor deste nutriente no coqueiro.

Tabela 8: Análise de correlação linear simples (Pearson) entre clorofila *a*, *b*, *total*, carotenoides, leitura do SPAD e teor foliar de N em folhas do coqueiro Verde Anão.

	Clora	Clorb	Clortotal	Carot	SPAD	N
Clora	----	0,9847**	0,9993**	0,8951**	0,9161**	0,8961**
Clorb		----	0,9906**	0,9354**	0,8562**	0,8226**
Clor total			----	0,9062**	0,9055**	0,8825**
Carot				----	0,7002**	0,6716**
SPAD					----	0,9837**
N						----

** Nível de significância até 1%.

Diversos autores encontraram influências de doses de N no índice SPAD, tendo um ajuste linear no abacaxi (Leonardo et al., 2013), laranjeira (Souza et al., 2011) e no citrumeleiro (Vale e Prado, 2009) e ajuste ao modelo exponencial (Torres Neto *et al.*, 2002) no mamoeiro. De forma semelhante, Hardin et al. (2012), em noqueira-pecã, encontraram correlação positiva do índice SPAD com os teores de clorofila total. De acordo com estes autores, dados obtidos similares aos deste trabalho indicam que o SPAD-502 pode ser utilizado para a avaliação do conteúdo de pigmentos fotossintéticos, nitrogênio total e para avaliar o estado do processo fotoquímico nas respectivas culturas. Nogueira et al., (2013) afirmaram que uma planta com alta concentração de clorofila é capaz de atingir altas taxas fotossintéticas, com reflexos no aumento da produção.

O índice SPAD verificado na tonalidade verde muito intenso acompanhado de alto teor de clorofila *total* pode indicar o estado adequado de nitrogênio foliar no coqueiro.

Em tonalidades a partir de verde claro (4), o sintoma de deficiência em N torna-se mais evidente ao olho humano. Porém, Faquin (2002) descreve esta etapa como o último passo de uma série de problemas metabólicos, irreversíveis, e que quando aparecem, de maneira geral, a produção e até mesmo o crescimento vegetal da planta já foram comprometidos. A fase de deficiência do nutriente anterior ao aparecimento dos sintomas visíveis é denominada por Faquin (2002) de “fome oculta”, e ocorre quando a carência do nutriente ainda é leve. Neste trabalho, a leitura de SPAD abaixo de 71,5 de acordo com a equação $y = 0,1673 * x + 6,0294$, onde y corresponde ao teor de N e x a leitura do SPAD (Figura 2), indica que as plantas encontram-se com os teores de N abaixo do nível crítico foliar ($18,0 \text{ g kg}^{-1}$), sendo necessária a reposição do nutriente mesmo na ausência de sintomas visuais.

A leitura com SPAD-502 como aferidor do teor de N apresenta algumas vantagens sobre o método mais comumente utilizado para a determinação deste nutriente (análise foliar), dentre essas, destacam-se que: a leitura pode ser realizada em poucos minutos; o aparelho tem custo mínimo de manutenção, e não necessita de reagentes químicos para sua determinação (Piekielek e Fox, 1992); não há necessidade de envio de amostras para o laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e podem ser realizadas quantas amostras forem necessárias, sem implicarem em destruição de folhas (Malavolta et al., 1997).

Desta forma, o clorofilômetro SPAD-502 pode ser utilizado com segurança para aferir o teor foliar de N na cultura do coqueiro, necessitando de maiores estudos quanto ao estágio fenológico da planta e posicionamento da folha mais adequada para aferição e se a metodologia funciona da mesma forma no campo quando as leituras são realizadas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A ureia, frequentemente utilizada pelos agricultores, quando aplicada no solo está sujeita a elevadas perdas que reduzem seu aproveitamento em até 70%. No coqueiro a aplicação de ureia via foliar é considerada uma técnica trabalhosa, devido à anatomia das folhas e altura das plantas que dificultam as pulverizações em coqueirais adultos. Alguns trabalhos têm sugerido a aplicação de nutrientes na axila foliar para plantas que possuem disposição foliar parecida com o coqueiro, como por exemplo, a banana e o abacaxi. Porém, as aplicações axilares requerem alguns cuidados, principalmente no que se refere às elevadas concentrações de ureia que podem ocasionar danos nas axilas, prejudicando as emissões das inflorescências e cachos comprometendo diretamente a produção da cultura. Outro fator, é que o uso de ferramentas que visam o diagnóstico do teor de N em menor tempo pode facilitar a tomada de decisão da quantidade deste nutriente a ser fornecida, reduzindo os efeitos deletérios da sua deficiência. O índice SPAD, já obtido em folhas de culturas como abacaxizeiro, mamoeiro e milho, tem apresentado correlação positiva com o teor de N, podendo ser utilizado para estimar o estado deste nutriente nestas plantas. Este trabalho objetivou: (i) avaliar a tolerância de diferentes concentrações de caldas de ureia aplicadas na axila foliar sobre a produção de folhas, espatas / inflorescências e cachos; determinar os teores foliares de nitrogênio após aplicação de diferentes concentrações de ureia via axilar e, (ii) determinar o teor de clorofila, carotenoides

e o teor de N em folhas do coqueiro com diferentes intensidades de cor verde e correlacioná-las com a leitura do SPAD. Os resultados indicaram que o coqueiro tolerou aplicações de até 42% de ureia nas axilas foliares sem danos visíveis externa e internamente na axila, sem comprometimento na emissão de espatas, inflorescências e cachos. A concentração 9% de ureia aplicada nas axilas do coqueiro proporcionou incremento na quantidade de espatas, inflorescências e cachos. A ureia aplicada na axila da folha não foi suficiente para elevar os teores de N acima do nível considerado crítico até a concentração de 24%. As concentrações de ureia a partir de 36% aplicadas em intervalos de 30 dias incrementaram os teores de nitrogênio na folha 14 (diagnóstica) acima do nível crítico podendo suprir a necessidade de N recomendada para o coqueiro. As leituras efetuadas com clorofilômetro correlacionam-se de forma direta com o teor de N, clorofila *a* e *b* e os carotenoides nas folhas do coqueiro. No coqueiro Anão Verde, valores de SPAD abaixo de 71,5 coincidiram com teores de N abaixo do nível crítico mesmo na ausência de sintomas visuais. A equação $y = 0,1673 * x + 6,0294$ pode ser utilizada para inferir sobre os teores de N nas folhas.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, A. C. S.; VELINI, E.; ROSOLEM, C. A. **Aplicação foliar de ureia em feijoeiro: tensão superficial das soluções, ângulos de contato e área de molhamento**. In.: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 23, Caxambu, 1998. Resumos, UFLA / SBCS, Caxambu. p. 145. 1998.
- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Ureia em Cobertura e Via Foliar em Feijoeiro. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.293-298. 2000.
- AMARANTE, C. V. T.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; STEFFENS, C. A.; ERHERT, J.; ALMEIDA, J. A. Quantificação da área e do teor de clorofilas em folhas de plantas jovens de videira 'Cabernet Sauvignon' mediante métodos não destrutivos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 680-686, 2009.
- ARAGÃO, W. M. **A Cultura do Coqueiro: Cultivares do Coqueiro**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção. ISSN 1678-197X. 2007.

- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. O. **Água de coco**. Aracaju: Embrapa CPATC/ Tabuleiros Costeiros, (Série Documentos 24). 2001.
- ARAGÃO, W. M.; RESENDE, J. M.; CRUZ, E. M. O.; REIS, C. S.; SAGGIN JUNIOR, O. J.; ALENCAR, J. A. de; MAREIRA, W. A.; PAULA, F. R. de; LIMA FILHO, J. M. P. **Fruto do coqueiro para consumo natural**. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). *Coco pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA. p. 19-25. (Série Frutas do Brasil, 29). 2002.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, M. M. F. V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro Gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 232 p. p. 37-60. 2010.
- ARAÚJO, K. L. **Coqueiro-anão: anatomia dos folíolos, processo de colonização de *Camarotella torrendiella* e *Camarotella acrocomiaee* epidemiologia da queima-das-folhas**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Tese (Doutorado em Produção Vegetal). 104p. 2009.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da Leitura do Clorofilômetro com os Teores de Clorofila Extraível e de Nitrogênio na Folha de Milho. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, 13(2):158-167, 2001.
- BALASUBRAMANIAN, V.; MORALES, A. C.; CRUZ, R. T.; ABDULRACHMAN, S.; LADHA, J. K.; DENNING, G.L. On-farm adaptation of knowledge-intensive nitrogen management technologies for rice systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 53, n. 1, p. 59-69, 1999.

- BENASSI, A. C. **Caracterização biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade Anã Verde**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal (Doutorado em Produção Vegetal). 2006.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn. **Journal Production Agriculture**, v. 8, p. 56-60, 1995.
- BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Eds.). Management of nitrogen and water in potato production. **The Netherlands**, Wageningen Pers. p.72-82. 2000.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: International Fertilizer Development Center. **Fertilizer Manual**. Alabama: Kluwer Academic. Cap. 2.p.20-44. 2000.
- CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS. p.375-470. 2007.
- CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIM, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBR A, R. B. & QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urea seinhibitor – treated urea applied to sugar cane trash blankets. **Sci. Agric.**, 65:397-401, 2008.
- CARRERES, R.; SENDRA, J.; BALLESTEROS, R.; CUADRA, J. G. Effects of pre-flood nitrogen rate and midseason nitrogen timing on flooded rice. **Journal of Agricultural Science**, v. 134, n. 4, p. 379-390, 2000.

- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, 89:557-562, 1997.
- CHEW, P. S. Nutrition of coconuts - a review for formula ting guide lines on fertilizer recomendations in Malasia. **Planter**, 54:115-141, 1978.
- CHILD, R. **Coconut**. London: Longman, 335p. 1974.
- CONTIN, T. L. M. **Urea treated with uréase inhibitor NBPT on sugarcane harvested without burning**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) - Instituto Agronômico de Campinas, IAC, Campinas, 2007.
- CORDIDO, J. P. B. R. **Ureia no solo ou na axila para o coqueiro Anão Verde, com ou sem composto orgânico**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2015.
- CREGAN, P. B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological / biochemical selection for increased grain crop productivity. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v.67, p.97-111, 1984.
- DIEST, V. A. Volatilización del amoníaco em los suelos anegados, y sus repercusiones em el rendimiento de arroz. **Noticiarios de la Comisión Internacional del arroz**, FAO, v. 37, p. 1-6, 1988.
- DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M. e HOUWING, L. A non destructive methodo monitor leaf green ness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, 71:505-509, 1991.
- EL-OTMANI, M.; COGGINS, C. W.; AGUSTI, M.; LOVATT, C. J. Plant growth regulators in citriculture: World current uses. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 19, p. 395-447, 2000.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In.: ARAUJO, L.; ALEXEY, C. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 238 p.; 21 cm. – (IIP. Boletim 18). 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In.: CARVALHO FILHO, A.; 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. **Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos dos Estados do Rio de Janeiro**. 1 Mapa, Color. Escala 1:250.000. 2003. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/sigweb.html>. Acessado em 14 de fevereiro de 2015.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da Concentração de Clorofila nas Folhas e seu Espectro de Absorção de Luz em Função do Sombreamento em Mudanças de Quatro Espécies Florestais Nativas. **Rev. Bras. Fisiol. Vegetal**. Vol. 3. 39-45, 1991.
- FAO. **Food Agricultural Organization**. Coco. 2013. Disponível em: <www.faofast.org.br>. Acessado em janeiro/2016.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de plantas**. Lavras, ESAL/ FAEPE. 227p. 2005.
- FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. p.: il. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. UFLA/FAEPE. 77. 2002.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa – MG: 432p. 2006.
- FERNÁNDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Adubação Foliar: Fundamentos Científicos e Técnicas de Campo**. Abisolo, 150 p.: il.2015.

- FERRAZ, C. A. M.; FUZATTO, M. G.; GRIDI-PAPP, I. L. Dados preliminares sobre o emprego de adubos minerais nitrogenados em pulverização foliar do algodoeiro. **Bragantia**, 28: 33-36. 1969.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B. F.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Ceres**. 53(305):83-92, 2006.
- FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.11, n.5, p.453–458, 2007.
- FERREIRA, R. B.; FRANZINI, V. P.; GOMES NETO, J. A. Determinação de biureto em ureia agroindustrial por espectrofotometria. **Ecl. Quím.**, São Paulo, 32(1): 43-48, 2007.
- FERTIZER TECHNOLOGY. An analysis of salt indices of comparative liquid fertilizer solutions and their relative percent (%) of slow release nitrogen. **Growth Products Research Division for Agricultural Fertilizers (Bulletin)**, 2p. 2005.
- FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera* L.). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry**, Holualoa, Hawaii: Permanent Agriculture Resources (PAR). Disponível em: <<http://agroforestry.net/scps>>. Acessado em janeiro/2016. 2009.
- FONTENELE, R. E. S. **Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras**. In.: XLIII CONGRESSO DA SOBER “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. Ribeirão Preto, 2005.

- FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. **Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro**. EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. ISSN 1678-197X. Dezembro, 2002.
- FOX, R. H.; PIEKIELER, W. P.; MACNEAL, K. M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, p.171-181, 1994.
- FREIRE, L. R. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Embrapa. 978-85-7035-182-1. 2013.
- FREMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. N. El Cocotero. Barcelona: Blume, 236p. **Coleccion Agricultura tropical**. 1975.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCE DE LAMOTHE, M. de. **The coconut palm**. Berna: Instituto Internacional do Potássio, 222p.1966.
- GASPAROTTO, L.; SANTOS, A. J. T.; PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, M. C. N. Avaliação de métodos e aplicação de fungicidas no controle da Sigatoka-Negra da bananeira. **Summa Phytopat.** 31, 181 e 186. 2005.
- GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.
- GOMES, R. P. **O Coqueiro-da-Baia**. 6 ed. São Paulo: Nobel. 111P. 1992.
- GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V. V. H.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

- HAVAUX, M. Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts. **Trends Plant Science**. v.4, n.1, p.147-151, <[http:// dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(98\)01200-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(98)01200-X)>. 1988.
- HENDRY, G. A. F.; PRICE, A. H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G. A. F., Grime, J.P. (eds.) **Methods in comparative plant ecology**. London: Chapman e Hall, p. 148-152. 1993.
- HOLANDA, J. S.; FERREIRA NETO, M.; SILVA, R. A.; CHAGAS, M. C. M.; SOBRAL, L. F.; GHEYI, H. R. **Tecnologias para a produção intensiva de coco anão verde**. Natal, EMPARN, (Boletim de Pesquisa, 34). 2007.
- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. **Levant. Sistem. Prod. Agríc. Rio de Janeiro**.v.27 n.9 p.1-85.ISSN 0103-443X. 2014.
- JAIN, N. K.; SINGH, V.; TRIPATHI, H. P. Effects of biuret content of urea in soil and foliar application on dwarf indica rice cultivar IR8. **Indian Journal of Soil Science**, v. 20, p. 287-292, 1972.
- KIEHL, J. C. **Emprego de sais inorgânicos no controle da volatilização de amônia decorrente da aplicação de ureia no solo**. Piracicaba, 1989. 108f. Tese (Livre Docência) - Escola Superior "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.
- KISSEL, D. E.; CABRERA, M. L.; FERGUSON, R. B. Reactions of ammonia and urea hydrolysis products with soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 52:1793-1796, 1988.
- KLOOSTER, W. S.; CREGG, B. M.; FERNANDEZ, R. T.; NZOKOU, P. Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled-release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.35, p.71-79, 2012.

- KONAN, J. L.; BOURDEIX, R. GEORGE, M. L. **Directrizes de regeneração: coqueiro**. In: DULLOO, M. E.; THORMANN, I.; JORGE, M. A.; HANSON, J.; editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM].CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy.11 pp. 2008.
- LANNA, A. C.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, M. B.; FERRARESI, T. M.; KLIEMANN, H. J. Urease activity as influenced by planting system and plant cover in soil under common bean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.6, p.1933-1939, 2010.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.3, p.481-487, 1997.
- LEITE, I. R. M.; ENCARNAÇÃO, C. R. F. Fenologia do coqueiro na zona costeira de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 37(6): 745-752. 2002.
- LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 377-383. 2013.
- LONGO, R. M.; MELO, W. J. Urea hydrolysis in oxisols: effects of substrate concentration, temperature, pH, incubation time and storage conditions. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.4, p.651-657, 2005.
- MADAKADZE, I. C.; STEWART, K. A; MADAKADZE, R. M; PETERSON, P. R.; COULMAN, B. E.; SMITH, D. L. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switchgrass. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22. n. 6, p. 1001-1010, 1999.

- MAGAT, S. S. Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analyses. **Philippine Journal of coconut studies**, v.16, p.25-29, 1991.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, **Ceres**. 251p. 1980.
- MALAVOLTA, E.; PRATES, H. S.; CASALE, H.; LEÃO, H. C. **Seja o Doutor do seus Citros**. Arquivo Agrônomo - Nº 4. INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS - Nº 65 – 1994.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. 2ª edição. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**. 319 p. 1997.
- MANTOVANI, A; ERNANI, P. R.; SANGOI, L. A Adição de Superfosfato Triplo e a Percolação de Nitrogênio no Solo. **R. Bras. Ci. Solo**. 31:887-895, 2007.
- MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, v. 46, p. 467-472, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. London Academic Press, 651p. 2012.
- MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2014**. ISSN 1678-1953 Sergipe, 2014.
- MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIGUEROA, M. M. **Guía de Fertilizantes, Enmiendas y Productos Nutricionales**. Buenos Aires; INTA, cap.1, p. 13-25. 1999.
- MELO, W. J. **Matéria Orgânica, Nitrogênio e enxofre: Curso de atualização em fertilidade do solo**. Jaboticabal. ANDA.66p. 1978.

- MIKKELSEN, R. L. Biuret in Urea Fertilizers. **North America**. Vol. 91.No. 3. 2007.
- MINOLTA CAMERA Co. Ltd. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta Radio metric Instruments. 22p. 1989.
- MINOTTI, P. L.; HALSETH, D. E.; SIECZKA, J. B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **Hort Science**, v. 29, n. 12, p. 1497-1500, 1994.
- MIRISOLA FILHO, A. L. **Características Botânicas**: In: cultivo de coco anão, 2:21. Viçosa-MG. ed. Aprenda Fácil. 2002.
- MONTEIRO, C. M. P. **Aplicação axilar de fungicidas sistêmicos no controle da queima-das-folhas do coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Tese apresentada a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Mestrado). 2009.
- MONTEIRO, C. M.; CARON, E. S.; SILVEIRA, S. F.; ALMEIDA, A. M.; SOUZA-FILHO, G. R.; SOUZA, A. L. Control of foliar diseases by the axillary application of systemic fungicides in Brazilian coconut palms. **CropProtection**. 52. 78 e 83. 2013.
- MOURA, J. I. L.; LEITE, B. V.; **Extraído do Jornal CEPLAC Notícias** – Março de 2001. <http://www.ceplac.gov.br/radar/coco.htm>. acessado em 22/12/2015 as 17:10hs.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P.; PINHO, P. J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.5, p.517-521, 2005.
- NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V.; PASSOS, R. R. Teor de nitrogênio, clorofila e relação clorofila-carotenoide em café

arábica em solo submetido a diferentes corretivos de acidez. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. vol. 8, núm. 3, pp. 390-395. 2013.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.471-537. 2007.

OHLER, J. G. Coconut, treeoflife. Rome: **FAO Plant Production and Protection, paper.57**, 446p. 1984.

OI, W. M. **Manejo do solo e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2008. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, 2008.

PALIWAL, K.; KARUNAICHAMY, K. S. T. K. In situ estimation of leaf chlorophyll by light transmittance in vegetable crops. **Indian Journal Agricultural Science**, v. 65, n. 5.p. 361-362, 1995.

PALUCCI, J. A. **Biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo degradado pela exploração de cassiterita adubado com compostos de diferentes granulometrias**. 2004. 113f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, 2004.

PASSOS, E. E. M. Ecofisiologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M.S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (ed.) **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa SPI, p.65-72. 1997.

PASSOS, E. E. M.; CARDOSO, B. T., ARAGÃO, W. M. **Qualidade do fruto de três cultivares de coqueiro**. Comunicado Técnico. ISSN 1678 – 1937. 2009.

- PEREIRA, A. L., SILVA, G. S., RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, 31(6):572-578. 2006.
- PEREIRA, A. V. S. **Sensibilidade a fungicidas e adaptabilidade de *Lasiodiplodia theobromae* patogênico ao mamão**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. *Dissertação* (Mestrado em Fitopatologia). 57 p. 2009.
- PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 59-65, 1992.
- PINHO, L. G. R.; MONNERAT, P. H.; PIRES, A. A.; SANTOS, A. L. A. S. Absorção e redistribuição de boro em coqueiro-anão-verde. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.12, p.1769-1775, 2008.
- POSSE, R. P. **Relações hídricas em plantas de coqueiro Anão Verde (L) na Região Norte Fluminense**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes –RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. 104p. 2005.
- PURSEGLOVE, J. W. **Tropical crops monocotyledons**. London: Longman, 607p. 1972.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Piracicaba: POTAFOS. 343p. 1991.
- REYNOLDS, C. M., WOLF, D. C. Effects of soil moisture and air relative humidity on ammonia volatilization from surfaces-applied urea. **Soil Science**, v. 143, n. 2, p. 144 - 152, 1987.
- RAMBO, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v.34, n.5, set-out, 2004.

- RIBEIRO, G. Adubação potássica via solo e via axila foliar no coqueiro anão verde na região norte fluminense (**Dissertação de Doutorado**). 70 f.: il. CDD – 634.613. 2008.
- RODRIGUES, F. A.; FONTES, P. C. R.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G. Nível crítico do índice SPAD na folha da batateira, em solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 764-765, 2000.
- RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após emprego de ureia em diferentes doses e modos de aplicação. **R. bras. Ci. Solo**, 10:37-43, 1986.
- ROGNON, F. Biologie florale du cocotier: duréet succession des phases mâleset femelles chez divers types de cocotiers. **Oleagineux**, Paris, v. 31, n. 1, p.13-18. 1976.
- ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 98 p.2002.
- SANGARE, A.; ROGNON, F.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. de. Les phases mâleset femelles de l' inflorescence de cocotier: Influence surle mode de reproduction. **Oléagineux**, Paris, v. 33, n. 12, p. 609-617, 1978.
- SANTOS, A. L.; MONNERAT, P. H.; ALVES, E. A. B. Teor foliar de boro em função da aplicação de borax na axila foliar de coqueiro anão verde no Norte Fluminense. **Agris / Caris** 1, 165 e 171. 2003.
- SILVA, C. A.; VALE, F. R. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes de nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, 35:2461-2471, 2000.
- SILVA, R. A.; CAVALCANTE, L. F.; HOLANDA; J. S.; PAES, R. A.; MADALENA, J. A. S. Crescimento e produção do coqueiro anão verde fertirrigado com

nitrogênio e potássio. **Caatinga**, v.22, n.1, p.161-167. www.ufersa.edu.br/caatinga. Mossoró, 2009.

SIQUEIRA, J. A. M. **Eficiência da aplicação axilar de Ciproconazole no controle de doenças foliares do coqueiro Anão**. Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Mestrado). 2013.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. **A introdução do coqueiro no Brasil. Importância histórica e agrônômica**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. ISSN 1678-1953. Aracaju, SE. 2002.

SOBRAL, L. F. **A cultura do coqueiro: adubação do coqueiro. Embrapa Tabuleiro Costeiros. Sistemas de Produção**. ISSN 1678-197X. 2007. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em 14 de fevereiro de 2015.

SOBRAL, L. F. **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. 2002.

SOBRAL, L. F.; Nutrição e adubação. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. **Coco produção: aspectos técnicos**. Brasília; Embrapa – SPI; Embrapa – CTATC, Cap. 8, p. 44-52. Aracaju, 2003.

SOBRAL, L. F.; NOGUEIRA, L. C. Influencia de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, em atributos do solo, níveis críticos foliares e produção do coqueiro anão. **R. Bras. Ci. Solo**. 32:1675-1682, 2008.

SOUSA, S. M. **Comportamento sazonal de sete genótipos de coqueiro (Cocos nucifera L.) nas condições ecológicas de Mojú no Estado do Pará**. (Tese de Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém, PA, 68 p. 2006.

- SOUZA JUNIOR, J. O.; CARMELLO, Q. A. C. Formas de adubação e doses de ureia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:2367-2374, 2008.
- SOUZA, T. R.; SALOMÃO, L. C.; ANDRADE, T. F.; VILLAS BÔAS, R. L.; QUAGGIO, J. A. Medida Indireta da Clorofila e sua Relação com o Manejo da Adubação Nitrogenada em Plantas Cítricas Fertirrigadas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 993-1003, 2011.
- STAFANATO, J. B.; GOULART, R. S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. Volatilização de Amônia Oriunda de Ureia Pastilhada com Micronutrientes em Ambiente Controlado. **R. Bras. Ci. Solo**, 37:726-732, 2013.
- STOKING, C. R. e ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, 49:284 - 289, 1962.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, p.819. 2008.
- TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de uréase. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:493-502, 2011.
- TEIXEIRA, L. A. J.; BATAGLIA, O. C.; BUZETTI, S.; FURLANI JUNIOR, E.; ISEPON, J. S. Adubação com NPK em Coqueiro-Anão-Verde (*Cocos nucifera* L.) Rendimento e Qualidade de Frutos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 120-123, 2005.
- TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; YAMANISHI, O. K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments,

nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. Braz. J. **Plant Physiol.**, 14(3):203-210, 2002.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; LIMA, J. T.; PERINI, J. L. Plantas de *Coffeacaneophora* Pierre propagadas vegetativamente em cinco volumes de recipientes: influências sobre os teores de pigmentos fotossintéticos, a emissão da fluorescência da clorofila e as trocas gasosas. In: **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2001, Vitória. Anais... Brasília: Embrapa Café. CD Rom. 2001.

URQUIAGA, S.; MALAVOLTA, E. Ureia: um adubo orgânico de potencial para a agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n.2, p.333-339, 2002.

VALE, D. W.; PRADO, R. M. Adubação com NPK e o estado nutricional de 'citrumelo' por medida indireta de clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.02, p. 266-271, 2009.

VOS, J.; BOM, M. Hand-heldchlorophyll meter: a promising tool to asses the nitrogen status of potato foliage. **Potato Research**, v. 36, p. 301-308, 1993.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **J. Plant Physiol.**, v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 101p. (temas de biologia, 30). 1982.

WOLF, F. T. **Changes in chlorophylls a and b in autumn leaves** **Am. J. Bot.** 43:714-718.1956.

WU, F. B.; WU, L. H.; XU, F. H. Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short-season cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Field Crops Research**, v. 56, n. 3, p. 309-314, 1998.

ZANTUA, M. I.; BREMNER, J. M. Stability of urease in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.9, n.2, p. 135-140, 1977.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCINI, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. **Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para uso na cultura do milho**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia. 4p. (Comunicado técnico, 55). 2003.