



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA
PARA O CULTIVAR DE ALGODOEIRO FMT 701 COM
BASE NA LEITURA DE CLOROFILA ICF.

EUSEBIO OSVALDO PERSEGIL
Engenheiro Agrônomo

ILHA SOLTEIRA - SP

Fevereiro - 2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA
PARA O CULTIVAR DE ALGODOEIRO FMT 701 COM
BASE NA LEITURA DE CLOROFILA ICF.**

EUSEBIO OSVALDO PERSEGIL

Orientador: Prof. Dr. Enes Furlani Junior

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha
Solteira, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP

Fevereiro - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

P466r	<p>Persegil, Eusebio Osvaldo. Recomendação de adubação nitrogenada para o cultivar de algodoeiro FMT 701 com base na leitura de clorofila IDF / Eusebio Osvaldo Persegil. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2012 52 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2012</p> <p>Orientador: Enes Furlani Junior Inclui bibliografia</p> <p>1. Algodão – Adubação. 2. Algodoeiro. 3. Adubação nitrogenada. 4. Clorofilômetro.</p>
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Recomendação de adubação nitrogenada para o cultivar de algodoeiro FMT 701 com base na leitura de clorofila ICF

AUTOR: EUSEBIO OSVALDO PERSEGIL

ORIENTADOR: Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. MARCIO LUSTOSA SANTOS

Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão / Instituto Federal do Mato Grosso do Sul


Prof. Dr. SAMUEL FERRARI

Coordenadoria de Curso / Unidade de Registro

Data da realização: 17 de fevereiro de 2012.

Ofereço

A Deus e aos meus pais

Oswaldo Persegil

Geraci da Silva Persegil

Minha homenagem e eterna gratidão

A todos os meus ex-professores, especialmente àqueles mediadores da minha formação em Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira.

Dedico

A minha esposa

Aline Daniela Jacyntho

pelo apoio, confiança e companheirismo em minha jornada.

A minha irmã

Jucileide da Silva Persegil e toda sua família pelo carinho e incentivo durante este período.

E a todos meus familiares e amigos.

Agradecimentos Especiais

A Deus, pela vida, saúde, oportunidades e força a que tem me proporcionado. Aos meus pais pelo apoio, dedicação, compreensão e auxílio que me fortalecem a cada dia;

Ao professor Dr. Enes Furlani Júnior pela valiosa orientação acadêmica dedicada nos últimos anos que trabalhamos juntos, que me revelou autêntica demonstração de profissionalismo, competência, humildade, confiança e companheirismo, a minha pessoa, a quem considero não só como um amigo, mas como um exemplo de vida;

A minha irmã Jucileide e minha esposa Aline, meus estimados colegas Engenheiros Agrônomos Danilo Marcelo Aires do Santos, Samuel, Gustavo, pelo apoio e participação durante a condução deste trabalho, através do qual pode torná-lo mais completo.

Agradecimentos

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa que tanto me auxiliaram durante todo o desenvolvimento do trabalho e pelo companheirismo.

Ao técnico Alexandre Marques da Silva pelos valiosos auxílios nas análises de laboratório;

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação.

Aos bibliotecários pela dedicação e atenção dispensadas.

Aos professores Silvia de Almeida, Walter Valério, Mario Teixeira de Moraes, Marcelo Andreotti, Salatiér Buzetti.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo suporte financeiro.

Aos todos os colegas de mestrado, e aos amigos da Graduação em Agronomia da Unesp – Ilha Solteira.

Enfim, agradeço a todos que nesses meses me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que até neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

RESUMO

A adubação nitrogenada é uma etapa muito importante dentro do sistema de produção do algodoeiro, tanto no aspecto de quantificação de doses, como na definição do momento de aplicação. O presente estudo teve o objetivo de avaliar o Medidor Portátil de Clorofila Falker Clorofilog, no que diz respeito à sua calibração com doses, teores foliares de nitrogênio e produtividade, além de estabelecer uma curva de recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do algodoeiro. O trabalho foi realizado na Fazenda Mida, localizada no município de Chapadão do Céu, Estado de Goiás. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis repetições. O experimento apresentou 6 tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura (0, 45, 90, 120, 150 e 200 kg de N ha⁻¹). Foram realizadas avaliações das características agronômicas, análises foliares e de solos em função das doses crescentes de adubação nitrogenada. Diante dos resultados apresentados foi verificado maior valor médio de clorofila na dose de 150 kg de N ha⁻¹, obtendo a maior produtividade, número de ramos produtivos e número de capulhos por planta, para essa dosagem. Os teores foliares de Mg foram reduzidos com as doses de N e de K houve aumento. No solo, observou-se um incremento nos teores de Ca e Mg, na profundidade de 0-20 cm. Para a profundidade de 20 -40 cm, foi possível verificar redução nos teores de Ca, Mg, M.O e K quando comparado com a testemunha sem doses de N. Pode-se concluir que existe uma boa correlação entre doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, com leituras ICF, teores foliares de nutrientes e produtividade de algodão e que é possível estabelecer uma curva de recomendação da adubação nitrogenada para algodoeiro, com base na leitura ICF no momento da adubação nitrogenada em cobertura.

Palavras-chave: Algodoeiro. Adubação nitrogenada. Clorofilômetro.

ABSTRACT

Nitrogen fertilization is a very important step in the system of cotton production in both the measurement of doses, as in the definition of the moment of application. This study aimed to evaluate the portable chlorophyll meter Clorofilog Falke, with respect to its calibration doses, levels of leaf nitrogen and productivity, and establish a curve of nitrogen fertilizer recommendation for cotton. The experimental design was randomized blocks with six repetitions. The experiment had six treatments with nitrogen coverage (0, 45, 90, 120, 150 and 200 kg N ha⁻¹). Assessments were made of soil, agronomic and leaf analysis as a function of increasing levels of nitrogen fertilization. Considering the results presented chlorophyll was found in highest average 150 kg N ha⁻¹, resulting in increased productivity, number of branches and number of bolls per plant, so that the dosage. The foliar concentrations of Mg were reduced at doses of N and K increased. On the ground, there was an increase in Ca and Mg in cm. Para depth of 0-20 cm depth of 20 -40 cm, there was a reduction in Ca, Mg, K, MO doses compared to untreated N. It can be concluded that there is a good correlation between the levels of nitrogen applied in coverage, ICF to readings, leaf nutrient concentrations and productivity of cotton and it is possible to establish a curve of the nitrogen recommendation for cotton, based on the reading ICF in time of nitrogen fertilization.

Keywords: Cotton. Fertilization. nitrogen. Chlorophyll.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01** – Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar FMT 701.....31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01** – Resultados da análise química do solo na profundidade de 0 a 20 cm. Chapadão do Céu, 2008..... 23
- Tabela 02** – Descrições gerais sobre o cultivar de algodão FMT 701.....25
- Tabela 03** – Valores de Leitura de clorofila ICF obtida em função de doses de N (kg ha^{-1}).....30
- Tabela 04** – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para diâmetro, Altura e Número de Ramos Vegetativo em algodoeiro em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....32
- Tabela 05** – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias em numero de ramos produtivos (NRP) e numero total de ramos (NTR) em função de diferentes adubações nitrogenadas. Chapadão do Ceu-GO, ano agrícola 2008/09.....33
- Tabela 06** – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para número de capulhos, massa de 20 capulhos e produção do algodoeiro em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu-GO, ano agrícola 2008 /09.....35
- Tabela 07** – Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos macronutrientes primários, no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....37

- Tabela 08** – Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos macronutrientes secundários no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....38
- Tabela 09** – Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para as concentrações em mg/kg de matéria seca dos micronutrientes, Boro, Cobre e Ferro no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....39
- Tabela 10** – Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para as concentrações em mg/kg de matéria seca dos micronutrientes, Manganês, Zinco e Molibdênio, no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....40
- Tabela 11** – Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....42
- Tabela 12** – Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 20-40 cm, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.....43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O ALGODOEIRO	15
2.2	DETERMINAÇÃO DE CLOROFILA.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	LOCALIZAÇÃO.....	22
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.3	LEITURAS SPAD E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO	22
3.4	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATOS CULTURAIS.....	23
3.4.1	Preparo e análise do solo	23
3.4.2	Semeadura e adubação de plantio.....	23
3.4.3	Controle de plantas daninhas.....	23
3.4.4	Controle fitossanitário.....	24
3.5	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CLOROFILÔMETRO.....	24
3.6	CULTIVAR DE ALGODÃO	25
3.7	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS	25
3.7.1	Diâmetro do Caule.....	25
3.7.2	Altura das Plantas	25
3.7.3	Número de ramos produtivos.....	25
3.7.4	Número de ramos vegetativos	26
3.7.5	Número total de ramos	26
3.7.6	Número de capulhos por planta	26
3.7.7	Peso de 20 capulhos	26
3.7.8	Determinação da produção	26
3.7.9	Análise de tecido foliar	26
3.7.10	Análise química do solo	27
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	LEITURAS DE CLOROFILA.....	28

4.2	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS	31
4.3	ANÁLISE DE TECIDO FOLIAR	35
4.4	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	41
5	CONCLUSÕES	44

REFERÊNCIAS	45
--------------------------	-----------

APÊNDICE A - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha ⁻¹) para o cultivar FBM993.....	50
--	----

APÊNDICE B - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha ⁻¹) para o cultivar Deltaopal.....	50
---	----

APÊNDICE C - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha ⁻¹) para o cultivar Nuopal.....	51
--	----

APÊNDICE D - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha ⁻¹) para o cultivar DP 90.....	51
---	----

ANEXO A - Pluviosidade em mm no ano de 2008 e 2009.....	52
---	----

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é quarto maior exportador mundial de algodão e o quinto maior produtor, sendo que a Região Centro Oeste do País se destaca pela maior produção. Segundo dados da (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2011), na safra de algodão 2010/11 a estimativa da área plantada é 56% maior do que a safra 2008/09 com produção prevista de 1,95 milhões de toneladas.

As limitações então apontadas, de ordem econômicas, sociais e de condições inadequadas de solos, foram gradativamente superadas e os cerrados de altitude dessa região constituem, no momento, o esteio da produção brasileira. Tendo em vista a sua extensão, representam, ainda, uma real perspectiva de expansão da área cultivada.

O cultivo efetivo nos cerrados se iniciou com o algodão substituindo a soja em solos corrigidos, mas que, anteriormente, eram desprezados devido à acidez e à baixa fertilidade naturais. Entretanto, as promissoras produtividades obtidas com cultivares localmente selecionadas para a região, ou adaptadas a ela, tendem a incentivar os investimentos incluindo o uso intensivo de fertilizantes (ORNELLAS et al., 2001).

As análises químicas iniciais dos solos da região, já indicavam alta deficiência em nutrientes minerais o que, a princípio, justificaria o intenso uso de adubos. No entanto, alguns resultados experimentais recentes, assinalam a possibilidade de se obterem altas produções, em níveis de adubação inferiores, aos predominantes em grandes lavouras típicas do cerrado (FORTUNA et al., 2001; ORNELLAS et al., 2001).

A utilização de grandes quantidades de insumos, por um lado, tem aumentado a produtividade das culturas; por outro, pode ter efeitos danosos ao meio ambiente; aplicação de doses mais precisas de fertilizantes, por exemplo, permite que a planta tenha, à sua disposição, a quantidade de que ela realmente necessita, sem excessos ou faltas, e que esta, então, possa expressar ao máximo seu potencial produtivo (ANAMARI et al., 2009).

Diante das exigências de nutrientes pelos cultivares de algodão, deve-se salientar a importância do nitrogênio, que é o nutriente mais extraído pelo algodoeiro e tem papel fundamental para o crescimento, desenvolvimento da planta, produção de maçãs, produtividade e qualidade das fibras.

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 recente desenvolvimento de um medidor portátil de clorofila, que permite

medições instantâneas do valor correspondente ao seu teor na folha sem destruí-la, constitui uma alternativa para estimar o teor relativo desse pigmento na folha.

Assim, visando-se obter uma maneira rápida para quantificar a carência da planta, a determinação do teor relativo de clorofila por meio do medidor portátil de clorofila (clorofilômetro) está sendo utilizada para predizer a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, dentre as principais pode-se citar o algodoeiro (SANTOS, 2006), arroz; trigo, milho, feijão (FURLANI JUNIOR et al., 1996), pimentão (GODOY et al., 2003) e Cafeeiro (REIS et al., 2006) entre outras.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o Medidor Portátil de Clorofila Falker Clorofilog, no que diz respeito à sua calibração com doses, teores foliares de nitrogênio e produtividade, além de estabelecer uma curva de recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do algodoeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ALGODOEIRO

O nitrogênio consiste no elemento que a planta do algodão mais necessita para o seu desenvolvimento (SARRUGE et al., 1966). Sua principal função foi descrita por Malavolta (1980) como sendo: elemento fundamental para a formação de aminoácidos e proteínas. A utilização de N pelas plantas é maior durante os estádios de maior crescimento vegetativo, o que explica o alto coeficiente de determinação obtido no período de pleno florescimento (BRANDÃO et al., 2009).

O nitrogênio é fundamental no crescimento do caule do algodoeiro e, daí sua altura. O número e o comprimento dos ramos vegetativos e frutíferos, a quantidade de folhas e frutos, são também condicionados ao suprimento de nitrogênio. (BELTRÃO, 1999).

Um dos nutrientes cuja dinâmica e variação de quantidade é mais influenciada na semeadura direta do que na semeadura convencional é o nitrogênio. Esse elemento, quando suprido pelo solo, na maioria dos casos, não é suficiente para garantir altas produtividades, havendo necessidade de um aporte externo ao sistema de cultivo, haja visto que o nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, produtividade e produção de biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004).

Hodges (1992) relata em relação a absorção de nitrogênio que ocorre diferenças entre diferentes países, ou mesmo localidades dentro de um País. Assim sendo, relatou que para o Texas, Califórnia, Mississippi, Alabama, Índia e Israel são encontrados valores de extração de nitrogênio respectivamente da ordem de 300, 120, 186, 240, 124 e 156 kg de N ha⁻¹.

Rosolem e Mikkelsen (1989) concluíram que enquanto houver um número significativo de maçãs se desenvolvendo pode existir potencial para resposta ao nitrogênio; entretanto, o N absorvido após os 90 dias da emergência é acumulado principalmente nas folhas da parte mediana e do ponteiro da planta. Em plantas bem nutridas, menos de 30% do N absorvido nesta época será destinado aos frutos.

Staut et al. (2001), relataram que o nitrogênio é fundamental no desenvolvimento da planta, principalmente dos órgãos vegetativos; quando em doses adequadas, estimula o crescimento e o florescimento, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento e a resistência da fibra e, em doses elevadas, verifica-se um aumento

no desenvolvimento vegetativo da planta em detrimento da produção e formação tardia dos frutos do algodoeiro.

Os sintomas de deficiência de nitrogênio, em algodoeiro são caracterizados por uma clorose uniforme de plantas que apresentam, ainda, baixa velocidade de crescimento, internódios curtos e poucos ramos vegetativos (MALAVOLTA et al., 1997). O amarelecimento evolui para coloração vermelho-carmim ou mesmo bronzeado, com seca e queda das folhas mais velhas, encurtamento do ciclo e baixa produção (FURLANI JUNIOR, 2005; SILVA, 1994). Tal fato ocorre, pois esse elemento é necessário para a síntese da clorofila e, assim sendo, envolvido na fotossíntese.

A falta de nitrogênio e clorofila, significa que a planta não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para realizar funções essenciais como a absorção de nutrientes. Devido a uma grande variabilidade edafoclimática, as recomendações de adubação nitrogenada em algodoeiro são muito distintas, podendo gerar uma sub ou superestimar das quantidades desse elemento (GRESPLAN; ZANCANARO, 1999).

Entre os efeitos da adubação nitrogenada sobre a qualidade do algodão, destaca-se a influência sobre: precocidade, massa de sementes e capulho, produtividade, comprimento de fibra, índice de micronaire, maturidade e resistência de fibra e ainda regulariza o ciclo das plantas, evitando antecipação na maturação dos frutos.

Segundo Beltrão e Azevedo (1993) o algodoeiro apresenta uma grande limitação interna no metabolismo do nitrogênio (N), em função da competição que estabelece entre a redução de CO₂ e nitrato. Assim, para que ocorra o máximo de fotossíntese, o algodoeiro, planta com metabolismo C₃, necessita 2 vezes mais nitrogênio nas folhas do que espécies de ciclo C₄.

Através dos estudos realizados por Oliveira (1994), Silva et al. (1997), Furlani Júnior et al. (1997), Lamas e Staut, (1998), Nummer Filho e Hentashcke, (2002) pode-se verificar que os principais fatores que interferem na eficiência do nitrogênio aplicado na cultura do algodoeiro são as doses aplicadas, fontes utilizadas, épocas de aplicação, forma de aplicação, condições climáticas, intensidade de cultivo da área, disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, sistema de cultivo, da rotação de culturas e utilização de regulador de crescimento.

Como o nitrogênio é um elemento muito móvel no solo e, portanto, sujeito aos diversos mecanismos de perdas, a adubação de cobertura do algodoeiro com esse nutriente é de fundamental importância para aumentar o aproveitamento do fertilizante aplicado (CARVALHO, 2007).

Considerando-se a marcha de absorção de nitrogênio pelo algodoeiro e os resultados de experimentos conduzidos em condições de campo, recomenda-se que a adubação nitrogenada em cobertura seja realizada no máximo até 55 dias após a emergência (CARVALHO, 2007).

O acúmulo de nitrogênio no algodoeiro ocorre no pico do florescimento, neste estágio, cerca de 2/3 desse elemento já se encontra no metabolismo da planta. Isto indica que, durante a plena formação dos frutos, o nutriente mais se transloca dentro da planta do que é absorvido do solo. Portanto, recomenda-se disponibilizar o nutriente para a planta durante os primeiros estádios do seu desenvolvimento (SILVA et al., 1994).

Rosolem (2001) relatou que não há possibilidade de pensar em adubação nitrogenada sem levar em consideração o desenvolvimento vegetativo da planta. Sempre que houver aumento na disponibilidade de N haverá crescimento vegetativo, muitas vezes em detrimento do crescimento reprodutivo. Foi demonstrado que até os 70 dias após a emergência, existe uma correlação positiva entre aumento da altura do algodoeiro e produtividade, ao passo que após os 70 dias essa correlação torna-se negativa. Assim, não é interessante induzir crescimento vegetativo após os 70 dias, a não ser em condições especiais. Portanto, não se justifica cobertura nitrogenada após esse período.

Desta forma ressalta-se a importância da época correta, forma de aplicação e quantidade adequada da adubação nitrogenada. Mendes (1965) observou que o período de maior absorção de N se dá entre 30 e 90 dias após a emergência. Furlani Júnior et al. (2001) verificaram que a aplicação e o parcelamento da adubação nitrogenada nas doses de 20, 40 e 70 kg ha⁻¹ promoveram respostas positivas quando foi realizada aos 40 dias.

Aplicações de N tardias podem reduzir a produtividade, induzir maior crescimento vegetativo, alongar o ciclo da cultura, aumentar a retenção de folhas, a queda de maçãs e a percentagem de frutos apodrecidos na parte inferior da planta, além de aumentar o custo de produção. (PEDROSO NETO et al., 2007)

Com relação às respostas a doses de N, Rosolem (2000) relatou que doses na faixa de 100-120 kg ha⁻¹ seriam econômicas, com base principalmente em resultados obtidos em regiões tradicionais de cultivo no Brasil.

Medeiros et al. (2001), estudando o efeito da adubação nitrogenada, observaram que a produção de algodão aumenta com o uso de doses de até 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Oliveira et al. (1988) relataram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio na cultura do algodão (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N) proporcionou produtividade máxima para a dose de 120 kg ha⁻¹.

Campos et al. (1995) relataram que à medida que se aumentou a dose de nitrogênio de 0 para 50 , 100 , 150 e 200 kg ha⁻¹ , houve um efeito significativo e diretamente proporcional em termos de produtividade de algodão, sob irrigação. Da mesma forma no Estado de São Paulo, Silva et al. (1988) verificaram que à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio em cobertura (0 , 20, 40 e 60 kg ha⁻¹) houve um efeito significativo na produtividade.

Por outro lado, o excesso de adubação nitrogenada faz com que aumente o tamanho dos frutos na parte superior da planta, com um aparente aumento na produtividade. No entanto, ao mesmo tempo que os frutos da parte superior da planta são aumentados, o excesso do nutriente faz com que o tamanho dos frutos da parte de baixo e da parte mediana da planta seja diminuídos, sem efeito significativo na produção (BOQUET et al., 1994; HUTMACHER et al., 2004; ROSOLEM, 2001).

De acordo com Gerik et al. (1998) a absorção de nitrogênio é proporcional à capacidade fotossintética e ao acúmulo de matéria-seca do algodoeiro. O acúmulo de matéria seca e produtividade do algodão são altamente correlacionados com a evapotranspiração sazonal, assim sendo, o suprimento de água é fundamental para a manutenção da capacidade fotossintética e crescimento. O mesmo autor afirma que a disponibilidade de água e nitrogênio durante o período de frutificação são importantes para o aumento do número de capulhos produzidos pela planta.

Levando-se em conta as possíveis perdas de N que ocorrem por diversos fatores, Coelho et al. (2002) verificaram que, em solos sob cerrado, o processo de nitrificação não é tão rápido, prolongando a permanência do N na forma amoniacal, o que contribui para a redução das perdas e o aumento da possibilidade de absorção pelas plantas. Strong et al. (1997) afirmaram que a adição de sulfato de amônio causou uma rápida queda do pH do solo, inibindo a nitrificação. Rosolem et al. (2003) relataram que, se por um lado a aplicação deste adubo nitrogenado pode aumentar o teor de nitrato no solo na presença de calagem, por outro lado, a própria reação do fertilizante no solo pode, dependendo do pH inicial, inibir a nitrificação, permanecendo o N na forma amoniacal, menos sujeito à lixiviação.

A análise foliar apresenta boa correlação com rendimento do algodoeiro e tem um aceitável nível de precisão, no entanto, possui a desvantagem de demora e logística do processo, que consiste na falta de tempo suficiente entre a coleta da amostra e o retorno do resultado para a tomada de decisão de se aplicar ou não N.

2.2 DETERMINAÇÃO DE CLOROFILA

Atualmente, muitos estudos em agricultura de precisão têm utilizado o sensoriamento remoto em tempo real para diagnosticar o estado nutricional das plantas, visando assim obter de maneira rápida para quantificar a carência da planta. A determinação do teor relativo de clorofila por meio do medidor portátil de clorofila (clorofilômetro) está sendo utilizada para prever a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas, dentre as principais pode-se citar o algodoeiro (Santos, 2006), arroz; trigo, milho, feijão (BRANDÃO et al., 2009; FURLANI JUNIOR et al., 1996), pimentão (GODOY et al., 2003) e Cafeeiro (Reis et al., 2006) entre outras. Alguns estudos relatam altas correlações entre leituras de clorofilômetros manuais e concentrações de N foliar em algodoeiro (MALAVOLTA et al., 2004; NEVES et al., 2005).

O teor de clorofila na folha é utilizado para avaliar o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlaciona-se positivamente com teor de N na planta. O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio (N) em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta. Essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas ser integrante de enzimas (CHAPMAN; BARRETO, 1997) que estão associadas aos cloroplastos (STOCKING; ONGUN, 1962).

O nitrogênio apresenta mobilidade e seu comportamento no solo muitas vezes é complexo. A planta converte em clorofila apenas a quantidade de N necessária, independente se doses elevadas forem aplicadas. Então medir o N diretamente na folha, é uma forma prática e interessante de acompanhar o estado nutricional da lavoura. Por não ser necessário enviar amostras a laboratórios, apresenta resultados instantâneos, não havendo custos associados ao processo de medição. É possível fazer medições quantas vezes forem necessárias (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008).

As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha (Argenta et al, 2001) e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de onda com distintas absorvâncias. No entanto, por se tratar de uma técnica nova, apresenta limitações, tais como: pouca amplitude entre as leituras, influência sobre as leituras de outros fatores além do nitrogênio.

Fridgen e Varco (2004) consideraram que a aplicação de diferentes doses de nitrogênio induziu a uma ampla variação na concentração de nitrogênio foliar com um aumento efetivo na concentração de clorofila; desta forma, a distinção de plantas deficientes

em nitrogênio pode ser detectada pela reflectância foliar na faixa do visível ao infravermelho próximo, desde que nenhum outro nutriente esteja deficiente na cultura.

Clorofilômetros manuais determinam com rapidez o conteúdo de clorofila nas folhas e permitem estimar o estado nutricional de uma cultura para aplicações eficientes de fertilizantes nitrogenados. Como a maior parte do N foliar está contida nas moléculas de clorofila, há uma estreita relação entre N foliar e conteúdo de clorofila ANAMARI et al. (2009).

Schröder et al. (2000) ressaltaram que as leituras dos clorofilômetros não são boas predictoras do excesso de N porque, quando a disponibilidade de N é alta, nem todo o N é convertido em clorofila; entretanto, na ocorrência de deficiência esta é imediatamente refletida como baixa concentração de clorofila, a qual é medida acuradamente com o sensor.

As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorvâncias da clorofila. Existem algumas condições para o uso do equipamento, tais como: o N foliar deve ser a variável que afeta o teor de clorofila, variedade, folha amostrada entre outros fatores.

A deficiência de nitrogênio causa mudanças previsíveis no desenvolvimento e composição das folhas das plantas e, indiretamente, mudanças na distribuição espectral de radiação refletida pelas folhas de plantas deficientes (TARPLEY et al., 2000).

No entanto, além do teor de N na planta, outros fatores podem afetar o índice relativo de clorofila, como as condições edafoclimáticas e o cultivar utilizado, ficando inviável estabelecer um nível crítico, visto que ele pode variar de ano para ano e ou de local para local (BULLOCK; ANDERSON, 1998) ou por outros fatores que não o N disponível para planta, (GODOI, 2003).

Anamari et al. (2009) trabalhando com sensores ópticos de clorofila para determinação de deficiência de nitrogênio em algodoeiro, observaram eficiência desses na detecção do conteúdo de clorofila e da quantidade de N absorvida pelas plantas de algodoeiro, informação que pode ser útil para, combinada com um algoritmo de fertilização, indicar as doses de N a serem aplicadas à cultura, em tempo hábil, dentro do ciclo da cultura.

Alves et al. (2010), relatam que o clorofilômetro da fabricante FALKER é uma ferramenta de grande utilidade para o monitoramento do teor de clorofila em folhas do algodoeiro.

Assim sendo, através da leitura de clorofila, efetuada por ocasião da adubação de cobertura, é possível efetuar uma recomendação da quantidade a ser aplicada, dependendo obviamente da validação do método pela área de produção comercial.

A viabilidade do uso do equipamento será colocada a prova nos próximos anos, através de trabalhos de campo, inclusive com parcerias da iniciativa privada com as instituições de pesquisa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

O trabalho foi realizado na Fazenda Mida, localizada no município de Chapadão do Céu, Estado de Goiás. As coordenadas geográficas do local são: de longitude Oeste 52° 50' 27.14'' de Greenwich e de latitude Sul 18° 25' 59.44'' com altitude de 900 m. A precipitação média anual é de 2120 mm e a temperatura média anual é de, 22,5 °C. (SIMEHGO, 2011).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado o Cultivar FMT 701 no delineamento experimental em blocos ao acaso, com seis repetições. O experimento apresentou 6 tratamentos com adubação nitrogenada em cobertura (0, 45, 90, 120, 150 e 200 kg de N ha⁻¹), aplicada em dose única na forma de Uréia 45% de N. Cada parcela foi constituída de 10 linhas com o comprimento de 50 m, com um total de 36 parcelas. O espaçamento adotado foi de 0,9 m entre linhas de semeadura, com 8 plantas por metro, perfazendo uma população de 88000 plantas ha⁻¹.

3.3 LEITURAS DE CLOROFILA E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

Foram efetuadas sete avaliações dos índices do Medidor portátil de Clorofila - MPC Falker Clorofilog (ICF - Índice Clorofilog Falker) de 0 até 80 dias após a aplicação da adubação em cobertura no algodoeiro. As avaliações foram realizadas na primeira folha totalmente expandida do algodoeiro. O equipamento possui uma escala de medição de 0 a 100 ICF, resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2007).

Para o cálculo da recomendação, de acordo com Reis et al. (2006), é necessário o maior valor ICF obtido com a dose máxima aplicada, a menor leitura resultante na menor dose, a diferença entre esses valores, representa a diferença ICF para a obtenção da maior leitura, Divide - se a maior dose pela diferença e tem -se N/ICF, portanto para a recomendação de N, tem -se a seguinte expressão matemática, $X = (A - B) \times C$, onde X é a

recomendação de N em kg ha^{-1} , A é o maior valor ICF, e B a média das leituras ICF realizada nas folhas das plantas e C é a divisão da maior dose aplicada pela diferença entre as leituras .

3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATOS CULTURAIS

3.4.1 Preparo e análise do solo

Ocorreu a destruição das soqueiras do cultivo de 2007/08, e realizou a semeadura direta, sem revolvimento do solo. A amostra inicial do solo do presente trabalho foi coletada em outubro de 2008, com auxílio de um trado na profundidade de 0 – 20 cm, sendo realizados 20 amostras simples, para elaboração de uma amostra composta.

Tabela 01 - Resultados da análise química do solo na profundidade de 0 a 20 cm. Chapadão do Céu, 2008.

P_{resina}	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
mg/dm^3	g/dm^3	(CaCl_2)	$\text{mmol}_c/\text{dm}^3$						(%)
11,2	37,5	5,4	4,85	49,5	13,0	34,5	0,8	102,65	65,6

Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.4.2 Semeadura e adubação de plantio

A semeadura foi realizada em 19/12/2008, a emergência do algodoeiro ocorreu em 28/12/2008. Foi utilizado na adubação 300 kg da formula 8 – 28 – 16 (N,P,K), aplicado na linha de semeadura as doses de N em cobertura foram efetuadas aos 28 dias após a emergência das plantas.

3.4.3 Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas foi realizado através de manejo químico e por capinas manuais.

Ao redor dos 30 d.a.e. nos três anos agrícolas de cultivo, foram realizadas aplicações do herbicida pyriithiobac-sodium, utilizando-se pulverizador acoplado a um trator, em toda área do ensaio, na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ da formulação comercial.

As capinas manuais foram realizadas sempre que, após avaliação, fosse encontrada necessidade de realização.

3.4.4 Controle fitossanitário

O controle de pragas e doenças foi realizado visando o bom desenvolvimento das plantas de algodoeiro, de modo que não interferissem nos tratamentos em estudo.

As principais pragas encontradas e controladas foram: tripses (*Frankliniella* sp.), curuquerê (*Alabama argilacea*), lagarta da maçãs (*Heliothis virescens*), percevejo manchador (*Dysdercus ruficollis*) e bicudo (*Anthonomus grandis*).

As doenças encontradas durante o desenvolvimento da cultura do algodoeiro foram ramulária (*Ramularia gossypii* (Speg)) e ramulose (*Coletotrichum gossypii* pv. cephalosporioides).

Também foi realizado uma única aplicação de regulador do crescimento (1 L ha⁻¹), aos 85 dias após a emergência, pois o regulador pode interferir na coloração da folha, deixando a mais verde e afetar a leitura de clorofila, com o intuito de obter um porte adequado de planta.

3.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CLOROFILÔMETRO

Clorofilog[®] - É um aparelho portátil que mede de modo não-destrutivo e instantâneo, a transmitância de luz através da folha, no comprimento de onda com pico em 650 nm, região de alta absorbância pelas moléculas de clorofila, e com pico em 940 nm, na qual a absorbância pela folha é baixa, servindo como um fator de correção para o teor de água ou espessura da folha (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008).

3.6 CULTIVAR DE ALGODÃO

Tabela 02 – Descrições gerais sobre o cultivar de algodão FMT 701.

Região de cultivo	BA, GO, MA, MT e MS.
Ciclo	Tardio.
Porte da planta	Porte alto.
Formato da planta	Cilíndrica.
Pilosidade da planta	Pouca Pilosa.
Forma e Tamanho da maçã	Ovalada e tamanho médio.
Rendimento de Fibra (%)	39-42% (na algodoeira).
Aderência	Mediana.
População de plantas	6-8 plantas/metro linear.
Estande recomendado	60-90.000 plantas/ha (na colheita).
Espaçamento entre linhas	0,76-0,90 metros entre linhas.

Fonte: Fundação MT (2011)

3.7 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS ANALISADAS

Todas as características agronômicas foram avaliadas aos 100 dias após emergência, em cinco plantas por parcela.

3.7.1 Diâmetro do Caule

O diâmetro da base foi determinado a 5 cm da superfície do solo, em cinco plantas em todos os tratamentos, com auxílio de um paquímetro.

3.7.2 Altura das Plantas

A altura das plantas foi, obtida com auxílio de uma régua, tendo como base o nível do solo até o ápice da planta, sendo avaliadas em cinco plantas em todas as parcelas.

3.7.3 Número de ramos produtivos

Foi realizada a contagem do número de ramos de cinco plantas por parcela.

3.7.4 Número ramos vegetativos

Foi realizada a contagem do número de ramos de cinco plantas por parcela.

3.7.5 Número total de ramos

Foi realizada a contagem do número de ramos de cinco plantas por parcela.

3.7.6 Número de capulhos por planta

Foi realizada a contagem simples de todos os capulhos presentes em cinco plantas por parcela.

3.7.7 Peso de 20 capulhos

Foram coletados 20 capulhos aleatoriamente no terço médio das plantas nas duas linhas no interior da parcela, sendo pesado posteriormente.

3.7.8 Determinação da produção

Foi colhido manualmente as duas linhas internas de cada parcela e realizado a pesagem para a determinação da produção de algodão em caroço em kg por hectare.

3.7.9 Análise de tecido foliar

Para a análise foliar do algodoeiro foi realizada a coleta de 20 folhas por parcela experimental (limbo da 5^a folha da haste principal), aos 108 dias após a emergência, de acordo com as recomendações de Silva (1999), no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados para a concentração de nutrientes.

Após a coleta, estas foram encaminhadas ao laboratório, onde seguiram as metodologias relatadas por Bataglia et al. (1983), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa (1999), Malavolta et al. (1997) para a determinação dos macronutrientes e micronutrientes.

3.7.10 Análise química do solo

Após a colheita do algodão, em julho 2009, foram realizadas as coletas de solo para análise química, sendo colhidas 4 amostras simples por parcela, localizada na entrelinha da cultura do algodoeiro (RIBEIRO et al., 1999), compondo assim uma amostra composta, colhida nas profundidade de 0-20 cm e 20 – 40 cm.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise de solos do Departamento de Fitotecnia da FE/Unesp/Ilha Solteira, para determinação de pH, dos teores de P, M.O., H+Al, Al, K, Ca, Mg, S, NO₃, NH₄ e valores de SB, CTC, V%. As análises foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983, 1987), Raij et al. (2001) e Embrapa (1999).

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos às análises de variância pelo Teste F e Análise de Regressão, de acordo com (GOMES, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEITURA DE CLOROFILA

A primeira parte desse trabalho consistiu na verificação da calibração do equipamento às doses crescentes de nitrogênio. Assim sendo, realizaram-se avaliações de leituras ICF durante o desenvolvimento da planta de algodoeiro. Foi observado efeito significativo das doses de N aplicadas, somente à partir da terceira leitura (30 dias após a adubação nitrogenada). No período de 30 a 80 dias após a aplicação da adubação nitrogenada, utilizando a metodologia de Reis et al. (2006), pode-se verificar uma variação de 137 a 235 kg de N ha⁻¹ em termos de ponto de máxima resposta de leitura ICF em função das doses de N aplicadas,. Na média das avaliações, constatou-se um valor de 157 kg de N ha⁻¹ (tabela 03).

Também na tabela 03 verificam-se as diferenças nas leituras ICF no período de avaliações, podendo-se constatar que houve um incremento de leituras até 60 dias após a aplicação das doses de N. Assim sendo, pode-se inferir que a leitura a ser utilizada como ponto de máximo é a leitura efetuada aos 80 dias após a aplicação do adubo nitrogenado, pois os valores após essa leitura iriam apresentar acréscimo zero ou mesmo negativo. Esse efeito pode ser atribuído a uma redistribuição do nitrogênio na planta, com o objetivo de fornecimento de N para as estruturas vegetativas e reprodutivas novas. Esse valor é importante, pois representa o maior valor de leitura ICF a ser atingido com as doses utilizadas no experimento e será utilizado como valor de referência como valor a ser atingido pela adubação nitrogenada.

Somente o maior valor pouco representa, pois ele pode não refletir a real necessidade da planta, ou mesmo a curva de resposta em produtividade do algodoeiro.

Anamari et al. (2009), observaram que o índice de clorofila apresentou tendência crescente ao longo do período das leituras e foram afetados significativamente pelas doses de N, aplicadas a partir de 45 dias após a emergência (DAE), indicando a maior utilização de N pelas plantas durante os estádios de maior crescimento vegetativo. Verificaram também a partir dos 80 DAE, as relações foram quadráticas e altamente significativas.

Em um estudo realizado com a cultura de milho em sistema de semeadura direta, Zotarelli (2003), aplicando 80 kg de N ha⁻¹, obteve uma relação significativa entre as leituras SPAD e o teor de N, permitindo avaliar o estudo nutricional da cultura.

Motomiya et al. (2007) observaram também alta correlação entre as concentrações de N nas folhas do algodoeiro e as leituras SPAD, atingindo níveis máximos ($> 35\text{g kg}^{-1}$) em leituras acima de 50.

Tabela 03 - Valores de Leitura de clorofila obtida em função de doses de N (kg ha⁻¹).

Dias após a adubação nitrogenada								
Doses de N	0	10	20	30	45	60	80	Média
0	34,06	36,60	32,45	35,69	41,03	49,95	51,41	40,23
45	35,23	36,29	36,12	39,98	49,89	55,87	62,68	45,06
90	35,81	37,83	38,99	42,53	49,78	58,51	63,35	46,62
120	35,87	37,35	42,41	42,59	47,50	59,47	67,78	47,61
150	35,67	38,79	40,40	41,77	48,72	60,87	63,02	47,16
200	34,74	36,75	43,53	42,04	50,77	60,82	65,18	47,62
P>F (linear)	0,58	0,58	0,0001**	0,00012**	0,00002**	0,00001**	0,00001**	0,00001**
P>F (Quad)	0,16	0,67	0,0550	0,0017**	0,0047**	0,0011**	0,00001**	0,00001**
R ² (linear)	0,08	0,17	0,88	0,60	0,46	0,83	0,53	0,72
R ² (Quad)	0,57	0,43	0,93	0,94	0,61	0,98	0,84	0,96
Equação	-	-	$y = -0,0002x^2 + 0,0937x + 32,447$	$y = -0,0003x^2 + 0,097x + 35,992$	$y = -0,0003x^2 + 0,0941x + 42,884$	$-0,0004x^2 + 0,1243x + 50,288$	$-0,0007x^2 + 0,1923x + 52,741$	$-0,0003x^2 + 0,0944x + 40,651$
Ponto de máximo	-	-	234,25	161,66	156,83	155,37	137,35	157,33

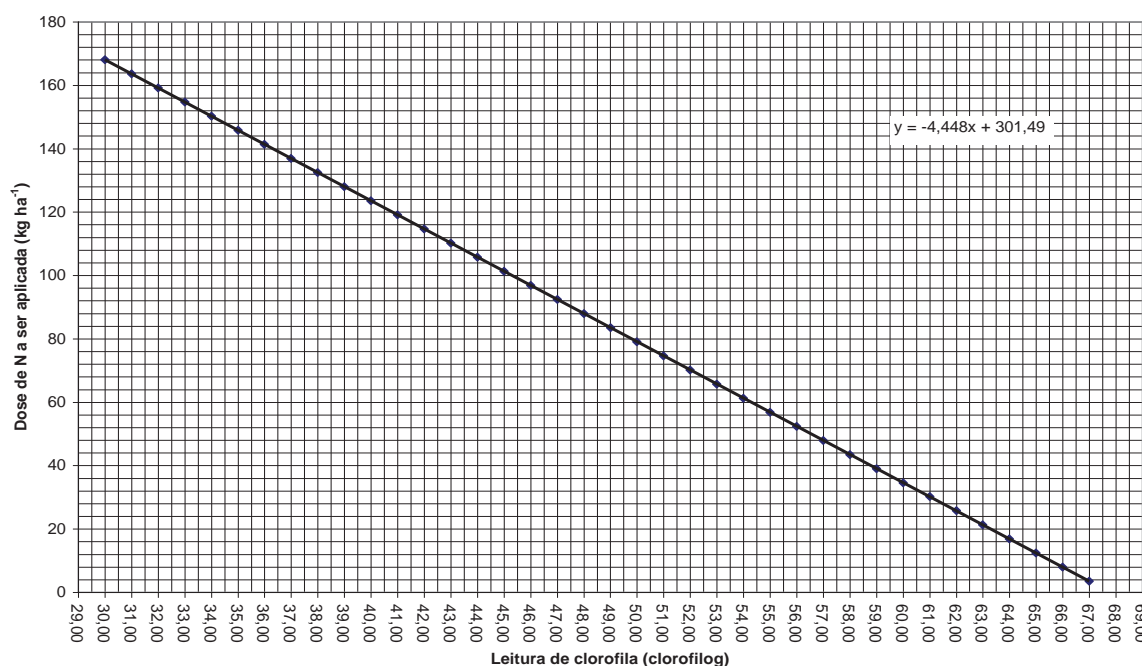
**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

A partir dos resultados obtidos e considerando que as leituras ICF tiveram incremento até a dose de 157 kg de N ha⁻¹ para o cultivar FMT 701, pode-se estabelecer uma curva de recomendação da adubação nitrogenada em cobertura em função das leituras ICF (índice clorofilog) (figura 02).

Como exemplo, caso a leitura ICF no momento da adubação em cobertura seja de 40, a recomendação da dose será de 124 kg de N ha⁻¹. Por outro lado, não serão admitidos valores superiores a 157 kg de N ha⁻¹, que representa a máxima resposta em leituras ICF para o cultivar FMT 701.

Figura 01 - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar FMT 701.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

4.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

As avaliações de diâmetro, altura e número de ramos vegetativos em plantas de algodoeiro, analisadas pelo teste F e pela regressão, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada podem ser verificadas na tabela 04. Observa-se que o diâmetro do algodoeiro aumentou significativamente, com o aumento da adubação nitrogenada. Já em

relação a altura, houve um acréscimo até a dose de 90 kg de N ha⁻¹, havendo redução com doses maiores.

Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Furlani Júnior et al. (2001) e Ferrari (2009), que afirmaram que ao realizar a aplicação de N em cobertura de até 70 kg ha⁻¹, foram encontradas as maiores alturas de plantas, quando comparada com a dose de 30 kg N ha⁻¹.

Já em relação a doses maiores de nitrogênio em cobertura, pode-se verificar no trabalho de Anamari et al (2009), uma relação quadrática e significativa para altura de plantas de algodoeiro, quando se utilizou a dose de 150 kg ha⁻¹ de N.

Assim sendo, existe uma relação alta entre aumento de doses de N e diâmetro do caule, inclusive maior do que aquela verificada na altura da planta, que foi a que apresentou os menores valores de resposta a doses de N.

Enquanto que no NRV (numero de ramos vegetativos), não houveram alterações significativas em seus valores em função de doses crescentes de nitrogênio.

Tabela 04- Valores de p>F e teste de comparação de médias para diâmetro, Altura e Número de Ramos Vegetativo aos 100 d.a.e em algodoeiro em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Diâmetro (cm)	Altura (m)	NRV
	p>F		
Doses	0.0002**	0,009**	0,357
C.V. %	5,79	9,49	31,74
0	1.26	118.83	1.23
45	1.40	134.13	1.43
90	1.44	149.23	1.23
120	1.48	141.80	1.76
150	1.49	142.03	1.36
200	1.53	142.00	1.40
p>F (linear)	0.0001**	0,0045**	0,2979
p>F (quadrática)	0.0007**	0,0129*	0,4580
r² (linear %)	88.85	50,26	23,07
r² (quadrática %)	97.56	87,17	-
Equação Polinomial			
D: Y= 1.2754 +0,0025x+ 0.000006x ²	A: Y=119,8668 + 0,3832x +0,0014x ²		-

** * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

NRV – Numero de Ramos Vegetativos.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Ao observar os valores de NRP (numero de ramos produtivos) e os de NRT (numero de ramos totais) na Tabela 05, constata-se que as variáveis analisadas, tiveram diferenças significativas quanto ao aumento da adubação com nitrogênio. Com a dose de 150 kg de N ha⁻¹, foram possíveis essas variáveis, terem seu melhor desempenho reprodutivo para o cultivar de algodão FMT 701. Observa-se de maneira pratica que ocorreu aumento de aproximadamente três ramos reprodutivos por planta, sendo positivo esse acréscimo em função do aumento de produtividade. Isso ocorreu ao fazer uso da dose de 150 kg de N ha⁻¹ em relação a não utilização do fertilizante.

Tabela 05 - Valores de p>F e teste de comparação de médias em numero de ramos produtivos (NRP) e numero total de ramos (NTR) aos 100 d.a.e em função de diferentes adubações nitrogenadas. Chapadão do Céu, ano agrícola 2008/09.

Teste F	NRP	NTR
	p>F	
Doses	0,0144*	0,0092**
C.V. %	7,77	7,02
0	15,56	16,80
45	17,80	19,23
90	17,73	18,96
120	16,90	18,66
150	18,63	20,00
200	17,30	18,70
p>F (linear)	0,0300*	0,0167*
p>F (quadrática)	0,0083**	0,0029**
r² (linear %)	28,60	33,57
r² (quadrática %)	58,09	69,18

Equação Polinomial

$$Y = 15,8700 + 0,0322x + 0,0001x^2$$

$$Y = 17,1039 + 0,0362x + 0,0001x^2$$

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

NRP – Numero de Ramos Produtivos – NTR – Número de Internódios Reprodutivos

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Quanto aos valores de número de Capulhos, massa de 20 capulhos e produção de algodão em caroço, (tabela 06), observou-se que o numero médios de capulhos foi maior, quando se utilizou a dose de 150 kg de N ha⁻¹, sendo em média 18,83 capulhos por planta, enquanto que na utilização da dose de 200 kg de N ha⁻¹, ocorreu uma queda no número de capulhos.

A produtividade de algodão em caroço foi incrementada até a dose de 150 kg de N ha⁻¹, o que pode representar a máxima resposta do cultivar FMT 701 às aplicações de doses de N.

Deve-se levar em consideração que o ponto de máximo obtido para número de capulhos é o mesmo observado para a produtividade de algodão em caroço, o que pode ser explicado pelo desenvolvimento das estruturas reprodutivas.

Oliveira et al. (1997) relataram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio na cultura do algodão (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N) para os cultivares Acala 01 e IAC 20 no município de Sousa PB, proporcionou produtividade máxima para a dose de 120 kg ha⁻¹. O mesmo foi verificado por Feltrin (2007), trabalhando com os cultivares de algodão Deltaopal e IAC 24 em Selviria MS, observou maior produtividade quando foi aplicado 144 kg de N ha⁻¹.

Já quando se analisa a produtividade do algodoeiro com irrigação, Campos et al. (1995), observaram que quando houve aumento da dose de nitrogênio de 0 para 50 , 100 , 150 e 200 kg ha⁻¹ , houve um efeito significativo em termos de produtividade de algodão.

Já em relação à massa de capulhos não houve efeito significativo em relação às doses de N aplicadas, concordando com os relatos de Jackson e Gerik (1990) e Ferrari (2009) que não observaram relação entre a fertilização nitrogenada e massa de capulhos.

Tabela 06 - Valores de p>F e teste de comparação de médias, para número de capulhos (NC), massa de 20 capulhos (M20C) e produção do algodoeiro em caroço (PROD) em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu-GO, ano agrícola 2008 /09.

Teste F	NC	M20C (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
	p>F		
Doses	0.0023**	0.2177	0,0003**
C.V. %	10,34	10.05	10.32
0	14.07	130.14	3229.16
45	16.43	119.22	4500.00
90	17.10	112.87	5041.66
120	17.62	116.43	4791.66
150	18.83	115.41	5312.50
200	16.31	118.77	4708.33
p>F (linear)	0.0041**	0.1060	0.0001**
p>F (quadrática)	0.0002**	0.0209*	0.0002**
r² (linear %)	39,18	36.87	51,70
r² (quadrática %)	88,04	92.16	92,78
Equação Polinomial			
NC: Y= 13,995123 + 0,062498x + 0.000246x ²	M20C: Y=129.300286 + 0.246157x + 0.000988x ²	PROD: Y= 3306.930024 + 27.587876x + 0.102832	

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

4.3 ANÁLISE DE TECIDO FOLIAR

Em relação às avaliações dos teores foliares de macronutrientes primários (Tabela 07), pode-se observar que a utilização de doses crescentes de N em planta de algodoeiro, apresentou resposta linear e quadrática positiva para as quantidades de N e K encontradas nas folhas. Esses nutrientes tiveram os seus teores foliares incrementados respectivamente até as doses de 120 e 200kg de N ha⁻¹, com os teores de (45,37 g kg⁻¹) e (16,71 g kg⁻¹).

Quando se avaliou a resposta do algodoeiro a adubação nitrogenada utilizando o medidor de clorofila SPAD, Santos (2006), verificou efeito positivo em relação ao teor de potássio, quando foi utilizado doses de nitrogênio em cobertura.

Nesse sentido, Maças (2008), relatou que quando o solo possui quantidades balanceadas de potássio as elevadas adubações de nitrogênio como 150 a 200 kg ha⁻¹, freqüentemente resultam em aumento de resposta a absorção pela planta e acúmulo foliar de ambos nutrientes.

Quanto ao nitrogênio, observa-se que os valores apresentados, estão de acordo com os teores foliares considerados adequados por Malavolta et al (1997), na faixa de 35 a 40 g kg⁻¹ de nitrogênio, concordando também com o relato de Silva (1999) e Kiehl et al, (1985) que indica uma faixa próxima da ordem de 35 a 43 g de N kg⁻¹ de matéria seca.

No experimento de doses crescentes de N e plantas de cobertura, Ferrari (2009), observou que a maior concentração (45,89 g kg⁻¹) foi obtida com a máxima dose aplicada de 90 kg ha⁻¹, concordando com Santos (2009), que trabalhando com fitomassa de milho na semeadura do algodoeiro, observou que o N adequou-se a uma curva quadrática, sendo o ponto de máximo na dose de 161,5 kg ha⁻¹ de N, que corresponde a um teor de 43,17 g kg⁻¹ de N. Para o K, observou incrementos nos teores foliares até a dose de 100 kg de N ha⁻¹.

Já em outro trabalho, com doses de nitrogênio em cobertura, Anamari et al. (2009), observaram que os teores foliares médios de N foram baixos nas doses de 0 e 50 kg ha⁻¹ de N, enquanto que em doses superiores a 50 kg ha⁻¹, observaram valores na faixa de 35 a 43 g kg⁻¹ de N, obtendo-se o ponto de máximo teor foliar quando aplicada a dose de 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Em relação ao P, não houve efeito significativo diante das adubações crescentes de N pelo teste F.

Tabela 07 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos macronutrientes primários, no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
p>F			
Doses	0,0001**	0,5598	0,0158*
C.V. %	3,55	14,88	11,06
0	40,07	2,79	13,28
45	43,58	2,61	14,95
90	44,57	2,77	16,71
120	44,71	2,62	16,71
150	44,25	2,57	16,09
200	45,37	2,40	15,89
p>F (linear)	0.0003*	0,1104	0,0071**
p>F (quadrática)	0.0002**	0,9651	0,0015**
r² (linear %)	70,42	68,43	49,38
r² (quadrática %)	88,70	76,60	94,41
Equação Polinomial			
N: Y= 40,5551 + 0,0576x +0,0001x ²	P: Y=2,7970 + 0,0016x	K: Y = 13,261782 +0,051263x + 0,000194	

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em relação ao comportamento dos macronutrientes secundários em relação as doses de N, (tabela 08), observa-se efeito significativo apenas para o Mg, quem tem seu teor reduzido com o aumento da adubação nitrogenada. Fato esse preocupante pois os valores encontrados estão sendo induzidos a deficiência nutricional, segundo Malavolta et al. (1997). Já o Cálcio e Enxofre não tiveram seus teores alterados com diferentes adubações nitrogenadas. Neves et al. (2005), Santos (2006, 2009) observaram observou correlação negativa para Enxofre e Magnésio e valores considerados baixos, com tendência a deficiência nutricional.

Em trabalho realizado com diferentes fontes de adubos nitrogenados na cultura do milho, Maças (2008) observou valores baixos de magnésio foliar, quando foi utilizado a uréia como fonte de nitrogênio.

Tabela 08 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos macronutrientes secundários, Cálcio, Magnésio e Enxofre no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Cálcio	Magnésio	Enxofre
p>F			
Doses	0,2365	0,0002**	0,3484
C.V. %	11,20	10,98	11,68
0	30,67	5,13	5,34
45	29,00	4,68	5,36
90	28,73	4,47	5,47
120	28,49	4,08	4,93
150	27,43	2,57	4,79
200	26,00	2,40	5,14
p>F (linear)	0,0145*	0,0007**	0,1671
p>F (quadrática)	0,5533	0,0395*	0,4608
r² (linear %)	94,28	68,43	34,36
r² (quadrática %)	94,84	76,60	36,26
Equação Polinomial			
Mg: $Y=5,113672 + 0,008670x + 0,000007x^2$			-

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para os teores de Boro, Cobre e Ferro foliar (tabela 09) , foi observado em relação as doses crescentes de nitrogênio em algodoeiro, que tanto o Boro como o Cobre apresentaram resposta linear e quadrática positiva para as doses de N utilizadas, verificando pico de absorção desses micronutrientes para a dose de 90 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ respectivamente.

Deve haver uma atenção especial para a o micronutriente cobre que apresentou teores reduzidos inferiores a 5 mg kg⁻¹, considerados baixos por Raij et al. (2001).

Já em relação ao Ferro não observou diferença mínima significativa pelo teste F.

Tabela 09 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em mg/kg de matéria seca dos micronutrientes, Boro, Cobre e Ferro no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Boro	Cobre	Ferro
p>F			
Doses	0,0003**	0,0037**	0,3752
C.V. %	9,19	10,90	11,80
0	47,41	3,00	71,33
45	55,16	3,33	72,50
90	63,16	3,66	71,16
120	59,75	4,00	78,16
150	58,08	3,50	66,83
200	62,05	3,66	63,16
p>F (linear)	0,0001**	0,0028**	0,0407*
p>F (quadrática)	0,0007**	0,0018**	0,8705
r² (linear %)	61,99	46,89	83,13
r² (quadrática %)	80,11	76,60	96,25
Equação Polinomial			
B: $Y = 48,295450 + 0,171757x + 0,000547x^2$	Cu: $Y = 5,113672 + 0,008670x + 0,000007x^2$	Fe: $Y = 73,337390 + 0,044393x$	

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Observa-se na que as concentrações dos micronutrientes Mn e Mo reduziram com o aumento das doses de N (tabela 10). A mesma tendência decrescente desses elementos foi observada por Neves et al. (2005) trabalhando com medidor SPAD em algodoeiro.

Já em relação ao Zinco, observa-se que seus teores não foram alterados em relação as doses de Uréia aplicadas em cobertura.

Tabela 10 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em mg/kg de matéria seca dos micronutrientes, Manganês, Zinco e Molibdênio, no tecido foliar do cultivar de algodão FMT 701, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Manganês	Zinco	Molibdênio
	p>F	p>F	p>F
Doses	0,0042**	0,5676	0,0041**
C.V. %	18,73	13,77	26,97
0	32,00	16,66	0,55
45	32,83	18,33	0,48
90	22,33	19,00	0,50
120	24,66	19,16	0,48
150	24,33	18,50	0,41
200	25,16	17,83	0,25
p>F (linear)	0,0021**	0,4210	0,0003*
p>F (quadrática)	0,0069**	0,0645	0,5717
r ² (linear %)	51,40	16,97	76,48
r ² (quadrática %)	68,93	96,37	92,71
Equação Polinomial			
Mn: $Y = 33,507875 + 0,124108x + 0,000406x^2$	—	Mo: $Y = 0,576338 + 0,001280x$	

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em relação aos teores de nutrientes em função da adubação nitrogenada, podemos dizer que o fato é um indicativo da necessidade da observação criteriosa das doses de N, uma vez que o problema somente é sério quando os valores dos teores foliares de N estiveram abaixo dos limites considerados adequados para a cultura. Obviamente, existe o efeito de diluição, ou seja, a estrutura vegetal da planta composto principalmente por carbono, não abriga a mesma quantidade de elementos em células grandes e pequenas ou mesmo em grandes ou pequenos números. Por outro lado, observe-se que no caso do magnésio e molibdênio ocorrem reduções da ordem de 25 e 50% da menor para a maior dose, o que implica em uma atenção especial com esses elementos. Muitas das recomendações de aplicação de fertilizantes foliares podem ocorrer por problemas de falta de critério nas doses aplicadas, do que necessariamente deficiências pelos teores no solo.

4.4 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Ao avaliar o comportamento dos nutrientes no solo na profundidade de 0 – 20cm, devido à doses crescentes de nitrogênio em cobertura (tabela 11), pode-se verificar que ocorreu uma redução dos teores de K, quando aumentou as doses de nitrogênio.

Em relação ao PH, Matéria Orgânica, Ca, P, Mg, H+Al, Al, SB, CTC, V%, S, NO₃ e NH₄, não houve diferença mínima significativa em relação as diferentes doses de nitrogênio utilizadas para a profundidade de 0 – 20cm.

Para a profundidade de 20 - 40 cm (tabela 12), foi possível verificar redução nos teores de Ca, Mg, M.O e K quando comparado com a testemunha sem adubações nitrogenada, porém foi verificado um aumento nesses valores com as crescentes doses de N. Em decorrência do aumento dos valores das bases do solo, observa-se um aumento significativo na soma de bases e no V% com a adubação de 150 kg ha⁻¹.

Analisa-se quanto ao alumínio, uma concentração alta para a dose de adubação de cobertura de 150 kg ha⁻¹, valores mais elevados do que para a profundidade de 0-20 cm, evidenciando um acúmulo desse elemento em profundidade no perfil do solo.

Não foi verificado diferença mínima significativa para P, H+Al, SB, CTC, S, NO₃ e NH₄, em relação às diferentes doses de nitrogênio utilizadas para a profundidade de 20 – 40cm.

Tabela 11 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	CTC	V	S	NO ₃	NH ₄
p>F														
Doses (d)	0,89	0,25	0,0759	0,03*	0,1826	0,4287	0,38	0,78	0,1029	0,36	0,43	0,71	0,6757	0,9147
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³					% mg/dm ³					
Regressão Polinomial														
0	10,15	39,91	5,28	4,05	46,33	12,67	46,00	0,23	63,05	109,05	57,60	4,50	14,06	5,10
45	11,11	41,38	5,25	3,83	47,16	13,17	45,83	0,73	64,17	110,00	58,33	3,83	11,13	6,35
90	11,15	37,71	5,13	3,23	46,33	12,00	48,67	0,63	61,57	110,20	55,90	3,83	16,58	6,69
120	11,21	40,10	5,11	3,01	50,16	13,33	47,50	0,70	66,51	114,01	58,15	3,83	14,57	7,36
150	11,10	39,50	5,28	3,06	52,83	14,16	45,00	0,68	70,06	115,06	60,83	4,00	15,49	8,37
200	11,08	38,65	5,36	3,13	51,16	13,33	43,00	0,36	67,63	110,63	61,05	4,16	16,83	5,68
p>F (linear)	0,42	0,25	0,0217*	0,003*	0,02*	0,27	0,27	0,80	0,1029	0,38	0,09	0,65	0,26	0,62
p>F (quadrática)	0,31	0,73	0,0304*	0,02*	0,5060	0,82	0,20	0,17	0,9093	0,70	0,11	0,13	0,84	0,38
r² (linear%)	42,37	19,41	75,99	75,85	68,37	25,26	22,58	2,60	50,76	14,12	60,88	7,27	42,48	17,19
r² Quadrática (%)	84,70	19,41	81,23	93,07	68,40	25,53	76,89	84,18	51,00	26,88	62,49	84,11	43,72	71,68
CV %	15,86	6,53	2,98	18,84	10,76	13,48	9,92	129,74	11,09	5,01	8,25	21,28	43,52	81,05
Equação Polinomial														
K = 4.050 +	0.000013 + 0.559191 PH = 5.283333 + 0.000005x + 0.139335x ² Ca = 46.873022 + 0.000147x													

**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância
 Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 12 - Valores de p>F e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 20-40 cm, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu - GO, ano agrícola 2008/09.

Teste F	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	CTC	V	S	NO ₃	NH ₄
p>F														
Doses (d)	0,22	0,0418*	0,0041**	0,0005**	0,041*	0,014*	0,037*	0,009**	0,0275*	0,6181	0,0059**	0,059	0,17	0,66
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmol _c dm ⁻³				%	mg/dm ³		
Regressão Polinomial														
0	5,48	35,05	5,08	3,40	35,50	10,50	49,83	0,35	49,40	99,23	49,18	7,00	9,66	10,05
45	3,68	35,28	4,95	2,90	29,50	8,50	55,83	0,63	40,90	96,73	42,30	8,50	7,59	12,18
90	4,38	31,50	4,80	2,55	25,33	6,83	58,83	0,83	34,71	93,55	37,00	10,16	5,04	10,92
120	4,22	32,28	4,91	2,45	29,66	8,33	55,00	0,54	40,45	95,45	42,55	7,00	10,08	11,34
150	4,40	33,16	5,13	2,70	34,66	9,50	48,83	1,05	46,86	95,70	48,98	6,83	8,40	11,34
200	3,88	31,93	5,10	2,41	32,16	8,66	48,83	0,43	43,25	91,58	47,06	6,33	7,98	9,96
p>F (linear)	0,1454	0,0120*	0,17	0,0001**	0,91	0,26	0,21	0,29	0,81	0,12	0,6518	0,2034	0,81	0,21
p>F (quadrática)	0,37	0,28	0,0007**	0,0264*	0,50	0,01*	0,009**	0,014*	0,0063**	0,90	0,0033**	0,047*	0,34	0,48
r ² (linear%)	29,93	53,58	5,97	71,40	0,08	7,48	11,43	6,05	0,38	71,85	0,97	13,81	0,68	16,14
r ² (Quadrática%)	40,76	62,18	55,11	88,51	43,86	48,88	67,92	41,84	58,63	72,24	49,97	48,95	11,49	67,11
CV %	28,81	7,19	2,44	13,01	17,92	18,31	12,05	53,32	17,07	7,98	12,65	29,28	41,38	23,69
Equação Polinomial														
MO= 34.858965 + -0.0163700x PH= 5.062240 + 0.003532x + 0.000020x ² K= 3.358453 + 0.011043x + 0.000034x ² Ca= 34.286427 + 0.110452x + 0.000551x ² Mg= 10.141271 + 0.039162x + 0.000174x ² H+Al= 50.899946 + 0.122624x + 0.000723x ² Al= 0.341942 + 0.007943x + 0.000036x ² SB = 49.40000 + 0.000164x + 11.016309x ² V% = 47.867054 + 0.139176x + 0.000736x ²														

** , * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que existe uma boa correlação entre doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, com leituras ICF, teores foliares de nutrientes e produtividade de algodão.

É possível estabelecer uma curva de recomendação da adubação nitrogenada para algodoeiro, com base na leitura ICF no momento da adubação nitrogenada em cobertura.

REFERENCIAS

- ALVES, M de C.; SOBRINHO, J. A . S. **Variação espacial da fusariose em sementes e sua relação com o teor de clorofila em folhas de algodoeiro**: relatório de avaliação de sensor clorofilog falker. Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 2010. Cuiabá, 2010. 12 p.
- ANAMARI, V. de.; MOTOMYIA, A. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 137-145, 2009.
- ARGENTA, G. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfv/v13n2/9365.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2011.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. **Defasagem entre as produtividades real e potencial do algodoeiro herbáceo**: limitações morfológicas, fisiológicas e ambientais. Campina Grande: Embrapa – CNPA,1993. 108 p. (Documentos, 39).
- BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Campina Grande: Embrapa, 1999. v. 2, 491 p.
- BOQUET, D. J.; MOSER, E. B.; BREITENBECK, G. A. Boll weight and within-plant yield distribution in fieldgrown cotton given different levels of nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 3, p. 20-36, 1994.
- BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V; FERREIRA, G. B.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, B. B. Predição da adubação nitrogenada através da utilização do índice SPAD para o algodoeiro no semi-árido. **Revista de Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal , v. 6, n. 3, p. 368-382, set /dez 2009.
- CARVALHO, M. C. S. **Adubação de cobertura do algodoeiro cultivado em condições de sequeiro na Região do Cerrado**. Campina Grande: Embrapa–CNPA, 2007. 5 p. (Dcumentos, 39).
- CAMPOS, T. G. S; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. ; SANTOS, J. W. Efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sulfato de amônio sobre o algodoeiro irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 8.,1995, Londrina. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA 1995. p. 118.
- COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento de milho no Brasil: chegamos ao máximo. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Ceres, 2002. 32 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Safras/algodão**. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999. 370 p.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Uso do clorofiLOG como ferramenta para recomendação de adubação nitrogenada**. Revisão B. Porto Alegre, fev. 2008. 4 p. (Nota de Aplicação – CFL1030 - N.1.)

FELTRIN, E. B. **Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro em função de doses de nitrogênio**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, 2007.

FERRARI, S. **Plantas de cobertura e doses de nitrogênio em pré-semeadura algodoeiro**. 2009. 103 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, 2009.

FORTUNA, P. A.; RAIMUNDO, J.; BALADA, L. R. Produtividade e qualidade de fibra do algodão em função de doses de N e K na fazenda Sucuri - Grupo Sachetti - safra 00/01. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2001. p. 1039.

FUNDAÇÃO MT - Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, MT. Rondonópolis, 2011. Disponível em: <www.fundacaomt.com.br>. Acesso em: 05 fev. 2011.

FURLANI JUNIOR E.; BULHÕES, L. J.; MOREIRA, J. A. A.; NAKAGAWA, J. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 175-175, 1996.

FURLANI JÚNIOR, E.; SILVA, N. M.; FUZATTO, M. G.; CIA, E.; BOLONHEZI, D.; CARVALHO, L. H.; BORTOLETTO, N.; CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada e modo de aplicação de regulador de crescimento para o cultivar de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) IAC 22, em diferentes densidades populacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1., 1997, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. p. 293-295.

FURLANI JUNIOR, E. Algodão: respondo as forças. **Cultivar**, Porto Alegre, v. 80, p. 3-11, 2005.

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N. M.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; ROSOLEM, C. A.; CARVALHO, M. A. C. Extração de macronutrientes e crescimento da cultivar de algodão IAC 22. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 1, p. 27-43, 2001.

GERIK, T. J.; OSTERHUIS, D. M.; TORBERT, A. Managing cotton nitrogen supply. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 64, n.7, p. 117-147, 1998.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BOAS, R. L.; BULL, L. T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1049-1056, 2003.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: USP, 2000. 477 p.

GRESPLAN, S. L.; ZANCANARO, L. Nutrição e adubação do algodoeiro no Mato Grosso, In: FUNDAÇÃO MT. **Mato Grosso, liderança e competitividade**. Rondonópolis, 1999. 182 p. (Boletim, n. 3).

HODGES, S. C. Nutrient deficiency disorders. In: HILLOCKS, H. (Ed.). Wallingford: Cotton Diseases, 1992. 415 p.

HUTMACHER, R. B.; TRAVIS, R. L.; RAINS, D. W.; VARGAS, R. N.; ROBERTS, B. A.; WEIR, B. L.; WRIGHT, S. D.; MUNK, D. S.; MARSH, B. H.; KEELEY, M. P.; FRITSCHI, F. B.; MUNIER, D. J.; NICHOLS, R. L.; DELGADO, R. Response of recent Acala cotton cultivars to variable nitrogen rates in the San Joaquin valley of California. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 4, p. 48-62, 2004.

JACKSON, B. S.; GERIK, T. J. Boll shedding and boll load in nitrogen: stressed cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n. 3, p. 483-488, 1990.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. **Nitrogênio e regulador de crescimento no algodoeiro no Sistema Plantio Direto**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 7 p.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

MAÇÃS, J. E. S. **Nitrogênio nítrico e amoniacal no desenvolvimento da parte aérea de milho cultivado em argissolo**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E.; NOGUEIRA, N. G. L.; HEINRICHS, R.; HIGASHI, E. N.; RODRIGUEZ, V.; GUERRA, E.; OLIVEIRA, S. C.; CABRAL, C. P. Evaluation of nutritional status of the cotton plant with respect to nitrogen. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 35, n. 4, p. 1007-1019, 2004.

MEDEIROS, J. C.; MENDONÇA, F. A.; ORDOÑEZ, G. A. P.; QUEIROZ, J. C.; CARVALHO, O. S.; DEL'ACQUA, J. M.; PEREIRA, J. R. Efeito da adubação nitrogenada e de regulador de crescimento em algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2001. p. 475-477.

MENDES, H. C. Nutrição do algodoeiro: II- absorção mineral pôr plantas cultivadas em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 28, p. 435-458, 1965.

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.

MOTOMIYA, A. V. A.; MOLIN, J. P.; LIMA, V. P. T.; CHIAVEGATO, E. J.; DIAS, C. T. S. Medidor portátil de clorofila. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 7., 2007, Uberlândia, **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2007. 1 CD-ROM.

PEDROSO NETO, J. C.; ABREU, M. L. de. Adubação nitrogenada em cobertura com sulfato de amônio em algodoeiro herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 7., 2007, Uberlândia. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2007. 1 CD-ROM.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P. de; PINHO, P. J. de. Uso do SPAD 502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p.517-521, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2005000500014&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 fev 2011.

NUMMER FILHO, I.; HENTSCHEKE, C. Nitrogênio força para o milho. **Cultivar: grandes culturas**, Pelotas, v. 4, n. 43, p. 3-10, 2002.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, T. G. S.; SOUZA, J. G.; CARVALHO, O. S. Efeitos de nitrogênio e fósforo na cultura do algodoeiro herbáceo. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 5., 1988, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa, 1988. p. 88.

OLIVEIRA, E. L. de. Coberturas verdes de inverno e adubação nitrogenada em algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 235-241, 1994.

ORNELLAS, A. P.; HIROMOTO, D. M.; YUYAMA, M. M.; CAMARGO, T. V. Cultivares. **Boletim de Pesquisa de Algodão**, Rondonópolis, n.4, p. 13-39, 2001.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

REIS, A. R. dos; FURLANI JUNIOR, E., BUZETTI, S. et al. Diagnosis of N requirements for coffee plant using a portable chlorophyllmeter. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p. 163-171, 2006.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

ROSOLEM, C. A.; MIKKELSEN, D. S. Nitrogen source-sink relationship in cotton. **Journal of Plant Nutrition**, Salt Lake City, v. 12, n. 1, p. 1417-1433, 1989.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Botucatu, v. 5, n. 95, p. 17, 2001.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.

SANTOS, D. M. **Recomendação da adubação nitrogenada com a utilização do medidor portátil de clorofila em algodão.** 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

SANTOS, M. L. dos. **Manejo da fitomassa de milho, doses e fontes de adubos nitrogenados no algodoeiro em sistema de semeadura direta.** 2009. 72 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira 2009.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production: reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 151-164, 2000.

SILVA, N. M.; KONDO, J. I., SABINO, N. P. Importância da adubação na qualidade do algodão e outras plantas fibrosas. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Eds.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Incone, 1994. p. 189-216.

SILVA, N. M.; RAIJ, B. VAN. Fibrosas. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 107-118. (Boletim, 100)

SILVA, N. M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Eds.). **Cultura do algodoeiro.** Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 57-92.

SISTEMA DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS – SIMEGO. **Produtos.** Goiania, 2011. Disponível em:
<<http://www.simego.sectec.go.gov.br/produtos/index.php?idEstacao=8&origem=gMaps> >. Acesso em: 02 fev. 2011.

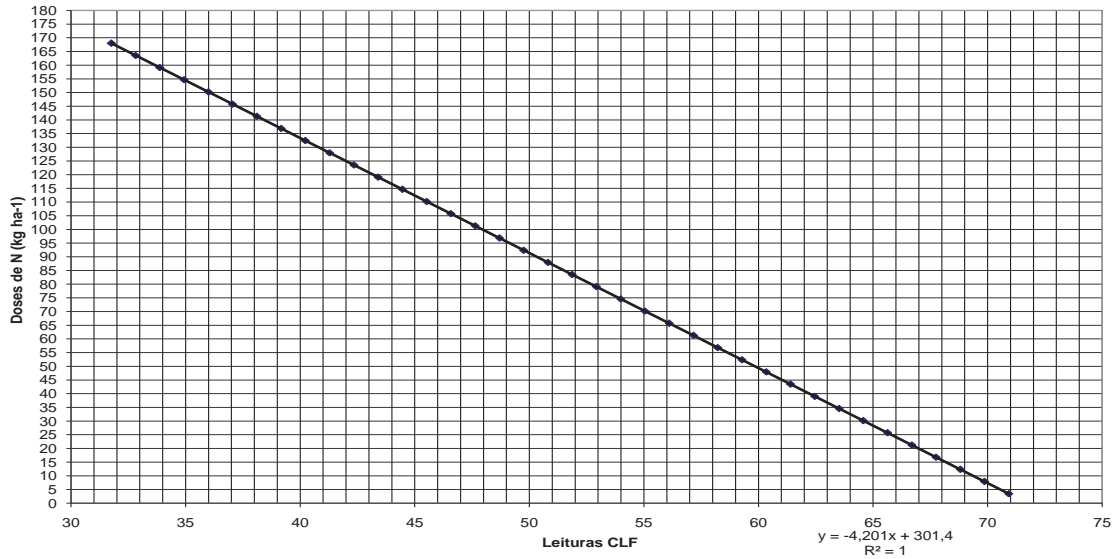
STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. Calagem e adubação. In: EMBRAPAAGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção.** Dourados, 2001. 19 p.

STRONG, D. T.; SALE, P. W. G.; HELYAR, K. R. Initial soil pH affects the pH at which nitrification ceases due to self-induced acidification of microbial microsites. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 35, n. 3, p. 565-570, 1997.

TARPLEY, L.; REDDY, K. R. SASS ENRATH-Cole, G. F. Reflectance indices with precision and accuracy in predicting cotton leaf nitrogen concentration. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 1814-1819, 2000.

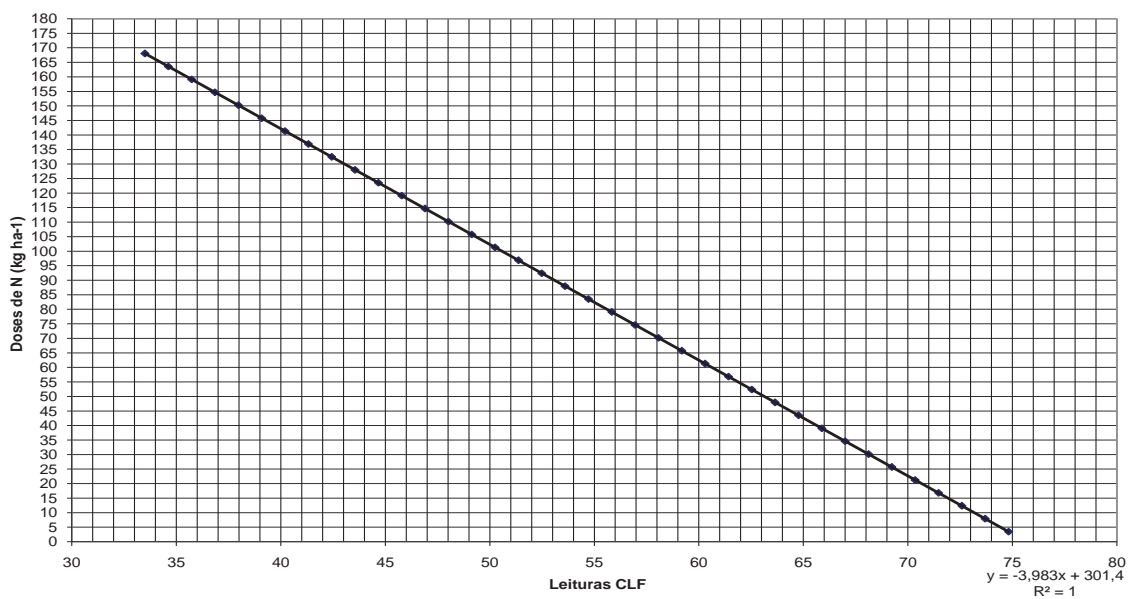
ZOTARELLI, L. et al. Calibração do medidor Minolta SPAD 502, para avaliação do conteúdo do nitrogênio do milho. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.

APÊNDICE A - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar FBM 993.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

APÊNDICE B - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar Deltaopal.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

APÊNDICE C - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar Nuopal.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

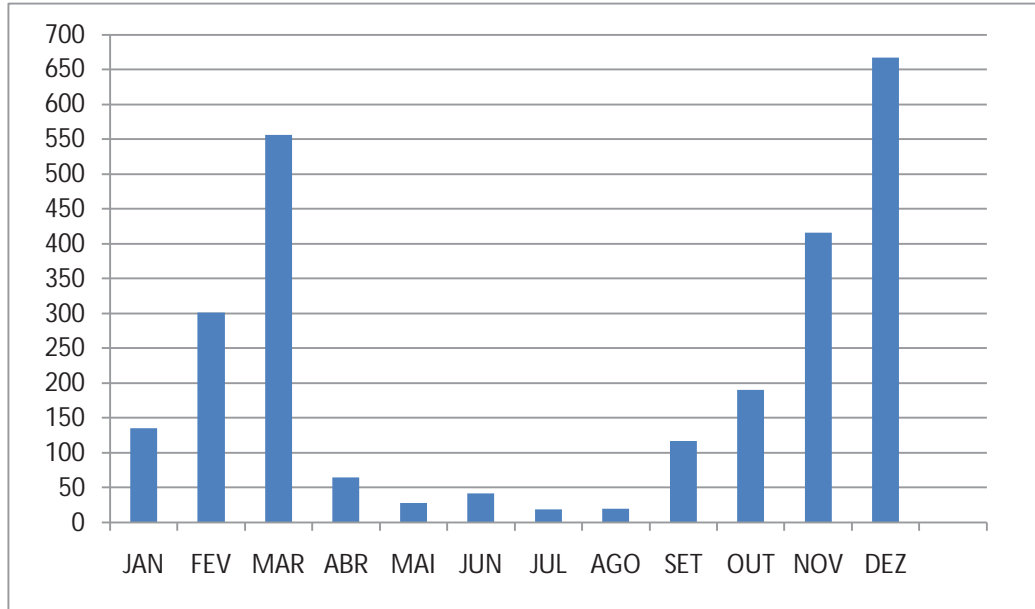
APÊNDICE D - Recomendação da adubação nitrogenada em cobertura com a utilização do medidor de clorofila (considerar dose máxima a ser aplicada na faixa de 157 kg de N ha⁻¹) para o cultivar DP 90.



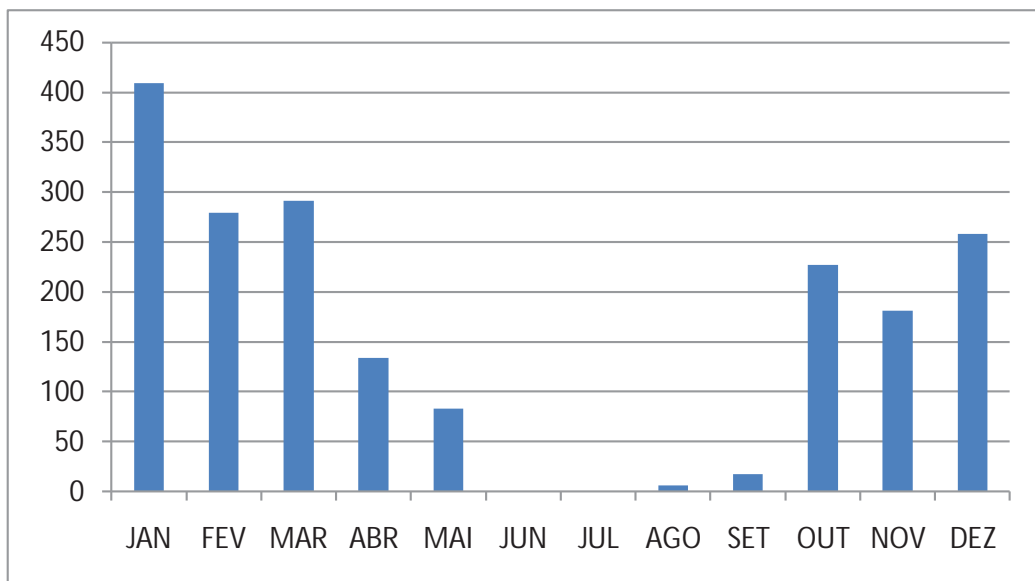
Fonte: Elaboração do próprio autor.

ANEXO A - Pluviosidade em mm no ano de 2008 e 2009.

2008



2009



Fonte: Simego (2011)