

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

Eusébio Osvaldo Persegil¹, Enes Furlani Jr², Danilo Aires dos Santos³.

¹Engenheiro Agrônomo, ²Professor titular de Departamento de Filotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-econômica, ³Engenheiro Agrônomo Dr., Pós-Doutorando, UNESP - Campus de Ilha Solteira.

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 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 agrônômicas, 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 aumentado. 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: Algodão, Adubação nitrogenada, Clorofilômetro.

RECOMMENDATION OF NITROGEN FOR THE GROWING COTTON 701 FMT-BASED READING OF CHLOROPHYLL ICF.

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 doses 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, there was a reduction in Ca, Mg, K, MO doses compared to untreated N. It

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

Eusébio Osvaldo Persegil¹, Enes Furlani Jr², Danilo Aires dos Santos³.

¹Engenheiro Agrônomo, ²Professor titular de Departamento de Filotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-econômica, ³Engenheiro Agrônomo Dr., Pós-Doutorando, UNESP - Campus de Ilha Solteira.

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 (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.

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, em especial nas glebas mais recentemente desbravadas (Ornellas et al., 2001).

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 e qualidade das fibras.

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

(Piekielek e Fox, 1992; Smeal e Zhang, 1994; Booij, et al., 2000).

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 prever 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.

Material e Métodos

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 de Greenwich e de latitude Sul com altitude de 900 m. A precipitação média anual é de 2120 mm e a temperatura média anual é de 22,0°C SIMEHGO (2011).

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)	$mmol/dm^3$						(%)
11,2	37,5	5,4	4,85	49,5	13,0	34,5	0,8	102,65	65,6

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) na forma de Uréia. O espaçamento adotado foi de 0,9 m entre linhas de semeadura, com uma população de 10000 plantas ha⁻¹. A semeadura foi realizada em 21/12/2008, As doses de N em cobertura foram efetuadas aos 28 dias após a emergência das plantas. A emergência do algodoeiro ocorreu em 28/12/2008. Cada parcela foi constituída de 10 linhas com o comprimento de 50 m, com um total de 36 parcelas.

Foram efetuadas sete avaliações dos índices do MPC Falker Clorofilog (índices ICF) 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, 2007).

Foi efetuada a coleta de cinco folhas por parcela, de acordo com as recomendações de Malavolta et al (1997), tendo sido efetuada a análise química de tecido vegetal para determinação do teor foliar de nitrogênio, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn e Mo conforme a metodologia proposta por Bataglia et al (1983).

Foram coletadas as amostras de solos, sendo posteriormente 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; Quaggio (1983, 1987), Raij et al. (2001) e Embrapa (1999).

A recomendação da adubação nitrogenada com base nas leituras ICF foi efetuada com a utilização de uma metodologia adaptada do trabalho de REIS et al., (2006).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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, pode-se verificar uma variação de 137 a 235 kg 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 02).

Também na (tabela 02) verificam-se as diferenças entre 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.

Tabela 02. Valores de Leitura de clorofila (ICF) obtida em função de doses de N (kg ha⁻¹)

Doses de N	Dias após a primeira adubação nitrogenada							Média
	0	10	20	30	45	60	80	
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.

As avaliações de diâmetro, altura e número de ramos vegetativos, analisadas pelo teste F e pela regressão, em função de doses crescentes de adubação nitrogenada podem ser verificadas na (tabela 03). Observa-se que o diâmetro do algodoeiro aumentou significativamente, com o aumento da adubação nitrogenada. Já em relação à altura, houve um acréscimo até a dose de 90 kg ha⁻¹,

havendo redução com doses maiores.

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 (número de ramos vegetativos), não houveram alterações significativas em seus valores em função de

doses crescentes de nitrogênio.

Ao observar os valores de NRP (numero de ramos produtivos) e os de NRT (numero de ramos totais), (tabela 03), constata-se que as variáveis analisadas, tiveram diferenças significativas quanto ao aumento na adubação com nitrogênio. Com a dose de 150 kg/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 ao fazer uso da dose de 150 kg/ha-1 N em relação a não utilização do fertilizante.

Quanto aos valores de número de Capulhos, massa de 20 capulhos e produção de algodão em caroço, (tabela 03), observou-se que o numero médios de capulhos foi maior, quando se utilizou a dose de 150 kg/ha-1, sendo em média 18,83 capulhos por planta, enquanto que na utilização da dose de 200 kg/ha-1, ocorreu uma queda no número de capulhos.

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); FERRARI (2009) que não observaram correlação entre a fertilização nitrogenada e massa 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. Por outro lado, deve-se salientar que esse resultado foi alcançado com a utilização da fonte Uréia, o que pode não ocorrer com a utilização de outras fontes 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.

Já quando se analisa a produtividade do algodoeiro com irrigação, Oliveira et al. (1988) e Campos et al. (1995) 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. O mesmo foi verificado por Feltrin (2007) e Medeiros et al. (2001), pico de produção com dosagens em torno de 150 kg ha-1.

Tabela 03. Valores de p>F e teste de comparação de médias para características agrônômicas e produção em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. Chapadão do Céu-GO, ano agrícola 2008 /09.

Teste F	Diâmetro (cm)	Altura(cm)	NRV	NRP	NRT	NC	M20c (g)	Prod (kg)
p>F								
Doses	0,0002**	0,009**	0,357	0,0144*	0,0092**	0,0023**	0,2177	0,0002**
C.V. %	5,79	9,49	31,74	7,77	7,02	10,34	10,05	10,32
0	1,26	118,83	1,23	15,56	16,80	14,07	130,14	3229,16
45	1,40	134,13	1,43	17,80	19,23	16,43	119,22	4500,00
90	1,44	149,23	1,23	17,73	18,96	17,10	112,87	5041,66
120	1,48	141,80	1,76	16,90	18,66	17,62	116,43	4791,66
150	1,49	142,03	1,36	18,63	20,00	18,83	115,41	5312,50
200	1,53	142,00	1,40	17,30	18,70	16,31	118,77	4708,33
p>F (linear)	0,0001**	0,0045**	0,297	0,0300*	0,0167*	0,0041**	0,1060	0,0001**
p>F (quadrática)	0,0007**	0,0129*	0,458	0,0083**	0,0029**	0,0002**	0,0209*	0,0002**
r ² (linear %)	88,85	50,26	23,07	28,6	33,57	39,18	36,87	51,7
r ² (quadrática %)	97,56	87,17	-	58,09	69,18	88,04	92,16	92,78

Equação Polinomial

D: $Y = 1.2754 + 0,0025x + 0.000006x^2$ A: $Y = 119,8668 + 0,3832x + 0,0014x^2$ - NRP -: $Y = 15,8700 + 0,0322x + 0,0001x^2$ - NTR: $Y = 17,1039 + 0,0362x + 0,0001x^2$ - NC: $Y = 13,995123 + 0,062498x + 0.000246x^2$ - M20C: $Y = 129.300286 + 0.246157x + 0.000988x^2$ - PROD: $Y = 3306.930024 + 27.587876x + 0.102832x^2$

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

NRV – Numero de Ramos Vegetativos NRP – Numero de Ramos Produtivos – NTR – Número de Internódios Reprodutivos NC – Numero de capulhos – M20c – Massa de 20 capulhos em gramas – Prod – Produção em kilogramas

Em relação às avaliações dos teores foliares de macronutrientes primários (tabela 04), pode-se observar que a utilização de doses crescentes de N em plantas 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 200 kg de N ha⁻¹, com teor de (45,37 g kg⁻¹ N) e 120 kg de ha⁻¹ com (16,71 g kg⁻¹ N).

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

Nesse sentido, Maças (2008), relatou que quando o solo possui quantidades balanceadas de potássio, as adubações altas de nitrogênio como 150 a 200 kg ha⁻¹, frequentemente resultam em aumento de resposta a 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 de nitrogênio, concordando também com o

relatos de Silva (1999) e Kiehl et al, (1985) que indica uma faixa próxima da ordem de 35 a 43 g/kg.

Em relação ao P, não houve efeito significativo comparado com as adubações crescentes de N pelo teste F.

Em relação ao comportamento dos macronutrientes secundários para as doses de N, (tabela 04), 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) e Santos (2009) observaram 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 04. Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos macronutrientes 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	N	P	K	Ca	Mg	S
p>F						
Doses	0,0001**	0,5598	0,0158*	0,2365	0,0002**	0,3484
C.V. %	3,55	14,88	11,06	11,2	10,98	11,68
0	40,07	2,79	13,28	30,67	5,13	5,34
45	43,58	2,61	14,95	29	4,68	5,36
90	44,57	2,77	16,71	28,73	4,47	5,47
120	44,71	2,62	16,71	28,49	4,08	4,93
150	44,25	2,57	16,09	27,43	2,57	4,79
200	45,37	2,4	15,89	26	2,4	5,14
p>F (linear)	0.0003*	0,1104	0,0071**	0,0145*	0,0007**	0,1671
p>F quadrática	0.0002**	0,9651	0,0015**	0,5533	0,0395*	0,4608
r ² (linear %)	70,42	68,43	49,38	94,28	68,43	34,36
r ² (quadrática %)	88,7	76,6	94,41	94,84	76,6	36,26
Equação Polinomial						

N: $Y = 40,5551 + 0,0576x + 0,0001x^2$ - P: $Y = 2,7970 + 0,0016x$ - K: $Y = 13,261782 + 0,051263x + 0,000194x^2$ - Ca: $Y = 30,524313 + 0,021145x$ - Mg: $Y = 5,113672 + 0,008670x + 0,000007x^2$

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

Para os teores de Boro, Cobre e Ferro foliar (tabela 05), 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 Raj et al. (2001). Já em relação ao Ferro não observou diferença

mínima significativa pelo teste F.

Observa-se também (tabela 05) que as concentrações dos micronutrientes Mn e Mo reduziram com o aumento das doses de N. 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 05. Valores de p>F e teste de comparação de médias para as concentrações em g/kg de matéria seca dos micronutrientes 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	Manganês	Zinco	Molibidênio
Doses	0,0003**	0,0037**	0,3752	0,0042**	0,5676	0,0041**
C.V. %	9,19	10,90	11,8	18,73	13,77	26,97
0	47,41	3,00	71,33	32,00	16,66	0,55
45	55,16	3,33	72,5	32,83	18,33	0,48
90	63,16	3,66	71,16	22,33	19,00	0,50
120	59,75	4,00	78,16	24,66	19,16	0,48
150	58,08	3,50	66,83	24,33	18,50	0,41
200	62,05	3,66	63,16	25,16	17,83	0,25
p>F (linear)	0,0001**	0,0028**	0,0407*	0,0021**	0,421	0,0003*
p>F quadrática)	0,0007**	0,0018**	0,8705	0,0069**	0,0645	0,5717
r ² (linear %)	61,99	46,89	83,13	51,4	16,97	76,48
r ² (quadrática %)	80,11	76,6	96,25	68,93	96,37	92,71

Equação Polinomial

B: $Y = 48,295450 + 0,171757x + 0,000547x^2$ - Cu: $Y = 5,113672 + 0,008670x + 0,000007x^2$ - Fe: $Y = 73,337390 + 0,044393x$ - 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.

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, o esqueleto da planta composto principalmente por carbono, não abriga a mesma quantidade de elementos em células grandes e pequenas ou mesmo em grande ou pequenos números. Por outro lado, observe-se que no caso do magnésio e do 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.

Ao avaliar o comportamento dos nutrientes no solo na profundidade de 0 – 20cm, devido à doses crescentes de nitrogênio em cobertura (tabela 06), 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, foi possível verificar redução nos teores de Ca, Mg, M.O e K quando comparado com a testemunha sem adubações com nitrogênio, 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 maior 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 verificada 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 06. 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 ₂mmolc 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
r ² (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
r ² Quadratic a %)	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 = Y4.050 +	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.

Tabela 07. 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 ₂mmolc 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

$$\begin{aligned}
 \text{MO} &= 34.858965 + -0.0163700x \quad \text{PH} = 5.062240 + 0.003532x + 0.000020x^2 \quad \text{K} = 3.358453 + 0.011043x + \\
 &0.000034x^2 \quad \text{Ca} = 34.286427 + 0.110452x + 0.000551x^2 \quad \text{Mg} = 10.141271 + 0.039162x + 0.000174x^2 \quad \text{H+Al} = \\
 &50.899946 + 0.122624x + 0.000723x^2 \quad \text{Al} = 0.341942 + 0.007943x + 0.000036x^2 \quad \text{SB} = 49.40000 + 0.000164x + \\
 &11.016309x^2 \quad \text{V\%} = 47.867054 + 0.139176x + 0.000736x^2
 \end{aligned}$$

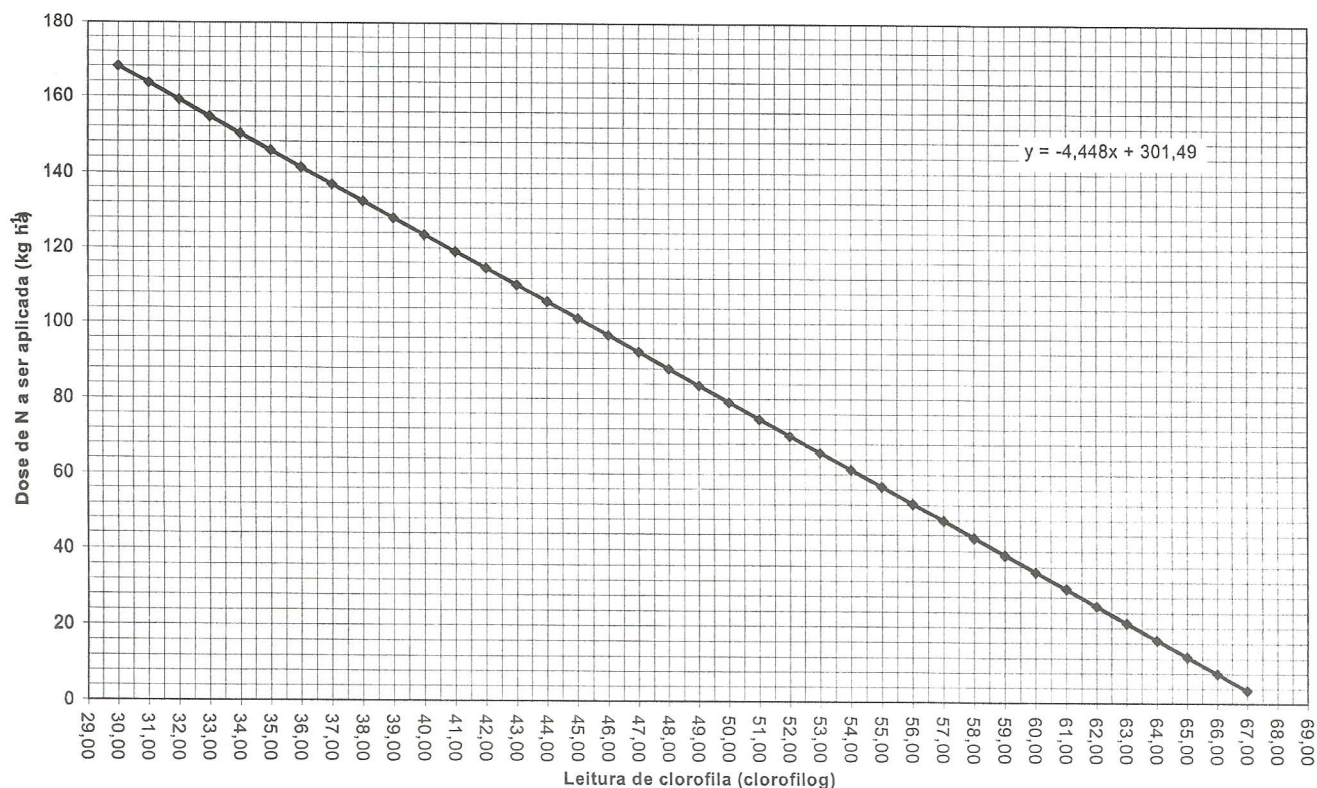
**, * Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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 01).

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 (ICF) para o cultivar FMT 701.



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.

As adubações de 150 e 200 kg de N ha⁻¹, causaram deficiência de Mg foliar e proporcionaram maiores produtividades de algodão em caroço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAMARI V. de A. MOTOMYIA Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.13, n.2, p.137–145, 2009.

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. Anais... Londrina: 1995. p. 118.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ARMAZENAMENTO E ABASTECIMENTO (2011).

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

FALKER, Uso do clorofilOG como ferramenta para recomendação de adubação nitrogenada. Rev. B. fev. 2008.

FELTRIN, E.B., Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro em função de doses de nitrogênio.. IlhaSolteira:

- UNESP/Campus de Ilha Solteira 2007.55p. (Dissertação de mestrado).
- FERRARI, S. Plantas de cobertura e doses de nitrogênio em pré-semeadura algodoeiro. IlhaSolteira: UNESP/Campus de Ilha Solteira 2009.103p. (Tese de doutorado).
- 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 JUNIOR, E. Algodão Caderno técnico Cultivar, In: Nutrição e Adubação, *Revista Cultivar, Grandes Culturas*, n. 80, 2005, 11p.
- 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 Agronômica, Ilha Solteira*, v.1., p. 27-43, 2001.
- GODOY, L. J. G., VILLAS BOAS, R. L. e BULL, L. T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, p.1049-1056, 2003.
- GOMES, P. F. Curso de estatística experimental, Piracicaba: USP, 2000. 477 p.
- JACKSON, B.S., GERIK, T.J. Boll shedding and boll load in nitrogen: stressed cotton. *Agronomy Journal, Madison*, v.82, p.483-488, 1990.
- 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: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. p. 88.
- ORNELLAS, A.P.; HIROMOTO, D.M.; YUYAMA, M.M. & CAMARGO, T.V.. Boletim de Pesquisa de Algodão, No. 04. Fundação MT, Rondonópolis, MT. 2001. 238 p.
- MAÇÃS, J.E.S. Nitrogênio nítrico e amoniacal no desenvolvimento da parte aérea de milho cultivado em argissolo, (Dissertação de mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 72 p., 2008.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, 251p.
- MALAVOLTA, E. VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. POTAFOS: Piracicaba, 2.ed, 1997, 319p.
- MALAVOLTA, E.; NOGUEIRA, N. G. L.; HEINRICH, 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*, v.35, 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. (ISSN 0103-0205).
- MENDES, H.C. Nutrição do algodoeiro: II-Absorção mineral pôr plantas cultivadas em soluções nutritivas. *Bragantia, Campinas - SP*, v.19, n.28, 435-458, 1965.
- MINOLTA CAMERA Co., Ltda. Manual for chlorophyll meter SPAD 502. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22p.
- NEVES, O. S. C., et al. Uso do SPAD 502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira [on-line]* 2005, vol 40, nº 5, p.517-521.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, 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*, vol.65, no.1, p.163-171, 2006.

SANTOS, D.M. Recomendação da adubação nitrogenada com a utilização do medidor portátil de clorofila em algodão, (Dissertação de mestrado), Universidade Estadual Paulista, 60 p., 2006.

SANTOS, M. L dos. Manejo da fitomassa de milho, doses e fontes de adubos nitrogenados no algodoeiro em sistema de semeadura direta. Ilha Solteira: UNESP/Campus de Ilha Solteira 2009. 72p. (Tese de doutorado).

SILVA, N.M., Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: *Cultura do Algodoeiro*, Piracicaba, POTAFÓS, 57-92p. , 1999.

Disponível em:

<http://www.simego.sectec.go.gov.br/produtos/index.php?idEstacao=8&origem=gMaps>
Acesso em: 02 fev. 2011.

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.

