

CORRELAÇÃO ENTRE DOSES DE NITROGÊNIO E LEITURAS SPAD DE CLOROFILA EM ALGODOEIRO

Danilo Marcelo Aires dos Santos¹; Enes Furlani Junior²; Samuel Ferrari³; Gustavo Alves Pereira⁴; Ana Paula Portugal Gouvêa Luques⁵.

1- Doutorando (FE/Unesp Campus de Ilha Solteira). 2- Docente do Departamento de Fitotecnia (FE/Unesp Campus de Ilha Solteira). 3- Pós Doutorando (FE/Unesp Campus de Ilha Solteira). 4- Doutorando (FE/Unesp Campus de Ilha Solteira). 5- Mestranda (FE/Unesp Campus de Ilha Solteira).

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais extraído pelo algodoeiro e tem papel fundamental para o crescimento, desenvolvimento da planta e produtividade. O presente estudo objetivou avaliar a correlação entre doses de nitrogênio com as leituras SPAD de clorofila para a cultivar de algodão IAC 23. O experimento foi instalado em condições de casa de vegetação em 22 de dezembro de 2008 e emergências em 27 de dezembro. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos sendo doses de nitrogênio em cobertura: 0; 280; 560; 840; 1120; 1400; 1680; 1960 mg de N por planta que correspondeu a 0; 14; 28; 42; 56; 70; 84; 98 mg de N dm⁻³ de solo e 5 repetições. A aplicação das doses de nitrogênio foi efetuada aos 25 dias após emergência (d.a.e.), utilizando como fonte a uréia. A leitura do teor de clorofila foi feita através do clorofilômetro portátil, sendo a primeira realizada no ato da adubação de cobertura e as demais aos 40, 45, 52, 58 e 67 d.a.e, sendo analisadas todas as folhas da única planta do vaso. Pode se concluir que as doses de N afetaram de forma positiva as características agrônômicas de desenvolvimento de planta. As leituras SPAD de clorofila mostraram um pico de absorção de N pelo algodoeiro aos 45 d.a.e. (estádio F1 para F2) com a dose de 1400 mg de N por planta. As leituras SPAD podem mostrar uma possível deficiência de nitrogênio em algodoeiro e serem utilizadas para a recomendação de momento e dose de N a ser aplicada em cobertura.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, uréia, clorofilômetro

RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN LEVELS AND SPAD CHLOROPHYLL READING IN COTTON

ABSTRACT

Nitrogen is the nutrient most extracted by cotton and has a fundamental role in growth, plant development and productivity. The objective of this study was to investigate the correlation between nitrogen levels with SPAD chlorophyll readings for cotton cultivar IAC 23. The experiment was installed in a greenhouse at December 22 2008 and December 27 occurred the emergency. The experimental design was randomized, with 8 treatments of nitrogen dose: 0, 280, 560, 840, 1120, 1400, 1680, 1960 mg N per plant corresponding to 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 mg N dm⁻³ soil and five replications. The application of nitrogen was made at 25 days after emergence (d.a.e.), using urea. The chlorophyll reading was made by portable chlorophyll, the first one being held at the time of topdressing fertilization and others at 40, 45, 52, 58 and 67 d.a.e. and analyzed all the

leaves of one plant from the pot. It can be concluded that increasing N positively affect the agronomic characteristics of plant development. The SPAD chlorophyll readings showed by cotton a uptake peak of N at 45 d.a.e. (Stage F1 to F2) with a dose of 1400 mg N per plant. The SPAD readings may indicate a possible cotton deficiency by N and used to recommend time and N level to be applied in coverage.

Key words: *Gossypium hirsutum*, urea, portable chlorophyll

INTRODUÇÃO

Os produtores de algodão incorporam e modificam novas tecnologias com muita frequência, na tentativa de aproveitar ao máximo a aplicação de insumos e preservar as características do solo. Realizam adubações com base nos resultados das análises de solo e de folhas aplicando altas doses de nitrogênio em vista de ser o nutriente mais extraído pela cultura do algodoeiro (Silva, 1999).

De acordo com Silva (1996), 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. Segundo Beltrão & Azevedo (1993), o algodoeiro apresenta uma grande limitação interna no metabolismo do nitrogênio (N), em função da competição que estabelece entre a redução de CO_2 e a do nitrato. Assim, para que ocorra o máximo de fotossíntese, o algodoeiro, planta com metabolismo C_3 , necessita 2 vezes mais nitrogênio nas folhas do que espécies de ciclo C_4 .

De acordo com o relato de Grespan & Zancanaro (1999), em função dos fluxos de absorção de nitrogênio e da sua alta exigência nutricional, comportamento do N no solo e condições climáticas, há a necessidade de parcelamento da adubação nitrogenada.

O medidor SPAD fornece leituras que se

correlacionam com o teor de clorofila presente na folha, sendo os valores calculados pela leitura diferencial da quantidade de luz transmitida pela folha (Swiader & Moore, 2002). Pesquisadores têm demonstrado que a medida do clorofilômetro correlaciona-se de forma significativa com o teor de clorofila em várias culturas (Fanizza et al., 1991; Guimarães et al., 1999; Azia & Stewart, 2001).

O presente estudo objetivou avaliar a correlação entre doses de nitrogênio com as leituras SPAD de clorofila para a cultivar de algodão IAC 23.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de casa de vegetação na UNESP-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, com coordenadas geográficas, latitude $20^\circ 22' \text{ S}$ e longitude de $51^\circ 22'$, com altitude de 335 m, em 22 de dezembro de 2008. Para a semeadura do algodoeiro cultivar IAC 23 foram utilizados vasos com a capacidade para 20 litros de solo e tendo a emergência das plântulas ocorrido em 27 de dezembro.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos sendo doses de nitrogênio em cobertura: 0; 280; 560; 840; 1120; 1400; 1680; 1960 mg de N por planta que correspondeu a 0; 14; 28; 42; 56; 70; 84; 98 mg de N dm^{-3} de solo e 5 repe-

tições. A aplicação das doses de nitrogênio foi efetuada aos 25 d.a.e. da cultura.

As leituras dos teores de clorofila foram realizadas com auxílio medidor portátil (clorofilômetro), sendo a primeira realizada no ato da adubação de cobertura e as demais aos 40, 45, 52, 58 e 67 d.a.e, sendo analisadas todas as folhas da única planta do vaso. As leituras foram tomadas entre a nervura principal e a borda da folha.

O diâmetro do caule foi determinado a 5 cm da superfície do solo, em todas as plantas dos tratamentos, com auxílio do paquímetro graduado em mm e os valores convertidos em cm. Simultaneamente realizou-se a contagem do número total de ramos verificando quais eram reprodutivos e fazendo correlação entre eles, obtendo assim, a porcentagem destes últimos.

Para a determinação dos teores nutricionais procedeu-se a coleta de 2 folhas por planta aos 62 d.a.e. estando as plantas em estágio F4 (Marur & Ruano, 2001), no sentido de verificar o efeito dos tratamentos estudados na concentração de nutrientes. Após a coleta, as folhas foram lavadas em água destilada, submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar, moídas e encaminhadas ao laboratório de análise foliar e submetidas à digestão sulfúrica (determinação de N) e nítrico-perclórica (P, K, S, Ca, Mg, Mn Zn e Fe), as leituras foram feitas por Espectrofotometria, seguindo a metodologia relatada por Bataglia et al. (1983).

O manejo fitossanitário foi realizado através de pulverizações com inseticidas visando prevenir possíveis ataques de pragas, num total de três aplicações. Durante o ciclo não houve aplicação de fungicidas.

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos às análises de variância pelo Teste F e as médias comparadas através da análise de regressão (Gomes, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos verificou-se que as variáveis diâmetro do caule, altura da planta e número total de ramos apresentaram resultados significativos em função da aplicação de doses de nitrogênio. Por outro lado a porcentagem de ramos reprodutivos não apresentou resposta significativa ao utilizar as doses de N (Tabela 1). Tais resultados podem ser justificados, muito provavelmente, pelas características genéticas que a cultivar apresenta, não tendo os fatores ambientais causado influência no resultado.

Com os resultados de diâmetro do caule, constata-se diferença significativa para os tratamentos em estudos mostrando que a cultivar teve aumento linear de diâmetro até a dose de 70 mg de N dm⁻³. No entanto, para a característica altura de planta, o maior valor encontrado foi com a dose de 56 mg de N dm⁻³ e posterior queda da altura, tendo os resultados ajustados de forma quadrática. Tais resultados discordam daqueles encontrados por Furlani Jr et al. (2003) que estudaram o comportamento da cv. IAC 22 ao utilizar doses de N em cobertura e não encontraram resposta significativa para altura de plantas.

Ao analisar o número total de ramos, verifica-se que a cultivar responde significativamente até a dose de 70 mg de N dm⁻³ mostrando que a cultura do algodoeiro responde de forma significativa em termos de desenvolvimento de planta ao uso de doses crescentes de nitrogênio aplicado em cobertura no solo.

Tabela 1- Valores de p>F e teste de comparação de médias de diâmetro do caule, altura da plantas, número total de ramos e porcentagem de ramos reprodutivos em função de doses crescentes de nitrogênio em algodoeiro cv. IAC 23.

TESTE F p>F	Diâmetro (cm) 0,003**	Altura (cm) 0,0002**	N.T.Ramos 0,0001**	% R.Reprod. 0,718
mg de N dm ⁻³	Regressão Polinomial			
0	0,74	83,00	3,00	1,98
14	0,80	90,60	5,60	4,62
28	0,88	103,40	8,40	7,42
42	0,84	106,60	8,20	3,16
56	0,88	118,40	8,60	2,71
70	0,93	108,20	9,20	3,53
84	0,90	102,20	8,80	7,40
98	0,89	110,80	8,80	11,81
p>F(linear)	0,002**	0,0001	0,0001	0,200
p>F(quad.)	0,073	0,0012**	0,0009**	0,519
r ² (linear %)	67,21	51,82	64,44	37,55
R ² (quad. %)	86,71	81,32	93,34	49,15
CV (%)	10,08	9,68	18,19	22,89
Equações Polinomiais				
Diâmetro	$Y = 0,032x + 0,7925$			
Altura	$Y = -3,206x^2 + 19,33x + 82,51$			
N.T Ramos	$Y = -0,606x^2 + 3,78x + 3,44$			

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

* - significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F

Com os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que os tratamentos influenciam significativamente os teores de N e P foliar mostrando aumento até a dose de 84 mg de N dm⁻³. De acordo com Malavolta et al. (1997), o teor foliar de nitrogênio está abaixo do recomendado para algodoeiro herbáceo, que deveria estar entre 30–35 (g kg⁻¹). Já para fósforo os valores adequados (2–2,5 g kg⁻¹) foram atingidos nas doses mais altas de N.

Do mesmo modo as doses de N por planta aumentaram os teores de Ca e Mg mostrando ser esses nutrientes absorvidos junto ao N e que a dose mínima para sua máxima absorção está por volta de 56 mg de N dm⁻³. Os teores recomendados por Malavolta et al. (1997) para os teores de Ca foram de 30–40 g kg⁻¹ estando todos os tratamentos com valores

foliares adequados. Para Mg (1,2–2,2 g kg⁻¹) os teores foliares estiverem sempre acima do adequado.

Na avaliação dos resultados encontrados para análise foliar de K verificou-se que as quantidades contidas nas folhas do algodoeiro não sofreram influência em função da aplicação de doses crescentes de N em cobertura.

Tabela 2. Valores de p>F e teste de comparação de médias da análise foliar de macronutrientes (g kg⁻¹) para a cv. IAC 23 em função dos tratamentos. Ilha Solteira, 2008.

TESTE F	N	P	K	Ca	Mg
p>F	0,002**	0,001**	0,075	0,03*	0,012*
mg de N dm ⁻³			Regressão Polinomial		
0	11,80	1,27	13,55	31,73	3,90
14	20,44	1,35	13,32	30,93	4,10
28	18,34	1,26	15,81	31,43	4,42
42	20,34	1,89	21,87	37,67	5,89
56	23,94	1,94	26,16	41,68	6,32
70	23,66	2,10	19,51	37,47	5,64
84	29,26	2,53	18,23	40,89	5,87
98	28,77	2,32	14,43	37,47	5,30
p>F(linear)	0,0009**	0,0005**	0,249	0,002**	0,002
p>F(quad.)	0,654	0,935	0,006	0,158	0,012*
r ² (linear %)	87,13	88,34	86,5	58,41	51,82
R ² (quad. %)	87,66	88,36	67,46	68,43	80,83
CV (%)	18,73	17,77	28,65	12,24	15,65
	Equações Polinomiais				
N	Y = 3,473x + 14,485				
P	Y = 0,300x + 1,1810				
Ca	Y = 2,2247x + 31,180				
Mg	Y = - 0,258x ² + 1,563x + 3,531				

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

* - significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F

De posse dos resultados apresentados na Tabela 3 pode-se verificar que os teores foliares de S foram influenciados pelos tratamentos e que o maior valor foi encontrado na dose de 84 mg de N dm⁻³. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Furlani Júnior et al. (2001) que ao estudar a cv IAC 22 verificaram valores semelhantes de S foliar. Para o Fe os teores aumentaram linearmente com as doses de N, mostrando ser este elemento absorvido em grandes quantidades pelas plantas de algodoeiro nessas condições de estudo.

De acordo com Malavolta et al. (1997), os teores foliares de S e Mn apresentados pela cultivar IAC 23 estão acima dos recomendados para a cultura: (2,0–3,0 g kg⁻¹) e (20–40 mg kg⁻¹) para os respectivos nutrientes. Também nota-se que os teores foliares de Mn diminuem significativamente com o aumento das

doses aplicadas. A maior disponibilidade de Mn ocorre em solos ácidos, efeito ocasionado por aplicação de fertilizantes nitrogenados, porém o Mg tem maior disponibilidade em solos alcalinos, Malavolta (1989), está com teores foliares elevados (Tabela 2).

Já Zn foliar encontra-se no nível adequado (10-15 mg kg⁻¹) até a aplicação de 56 mg de N dm⁻³ e para o ferro (60-80 mg kg⁻¹), foi atingido os teores adequados com doses acima de 28 mg de N dm⁻³.

Tabela 3. Valores de p>F e teste de comparação de médias da análise foliar de macro (g kg⁻¹) e micronutrientes (mg kg⁻¹) para a cv. IAC 23 em função dos tratamentos. Ilha Solteira, 2008.

TESTE F p>F	S 0,0003**	Mn 0,116	Zn 0,525	Fe 0,001**
mg de N dm ⁻³		Regressão Polinomial		
0	3,20	690,36	13,83	42,50
14	4,36	471,70	12,40	50,33
28	5,08	483,53	13,16	55,66
42	6,54	339,53	13,50	63,70
56	6,83	363,43	14,66	70,70
70	7,41	292,80	16,20	78,26
84	8,15	392,53	16,06	78,83
98	7,90	221,60	15,80	87,60
p>F(linear)	0,0001	0,054	0,052	0,0003**
p>F(quad.)	0,0252*	0,301	0,727	0,6636
r ² (linear %)	93,08	73,55	72,73	98,22
R ² (quad. %)	98,53	81,76	74,74	98,73
CV (%)	12,64	43,07	18,21	15,83
		Equações Polinomiais		
S		$Y = - 0,218x^2 + 2,07x + 3,13$		
Fe		$Y = 10,05x + 43,82$		

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

* - significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das leituras SPAD de clorofila realizadas em diferentes épocas e em função da aplicação de doses crescentes de N.

Com relação as épocas de avaliação, verificou-se que nas plantas que não receberam adubação nitrogenada as maiores leituras foram encontradas aos 40 e 45 d.a.e., diferindo estatisticamente das leituras tardias. Tais leituras indicam que o algodoeiro extrai grandes quantidade de nutrientes e com a diminuição destes ao passar do tempo as folhas apresentam menores leituras SPAD.

Para a dose 14 mg de N dm⁻³ aos 40 e 45 d.a.e. obtiveram-se os maiores valores de leitura de clorofila não diferindo significativamente das leituras realizadas aos 52, e 58 dias após emergência.

De um modo geral as leituras realizadas aos 45 d.a.e. apresentaram os maiores teores

de clorofila para todas as doses em estudo, indicando ser esse período de 20 dias após a aplicação do N necessário para a absorção desse nutriente.

Na aplicação de 56 mg de N dm⁻³ as leituras realizadas após a adubação nas diferentes épocas de avaliação somente diferiram estatisticamente daquela realizada antes da aplicação.

No teste de regressão polinomial (Tabela 4) pode-se verificar que as leituras médias obtidas aos 40 dias após emergência apresentou um crescimento linear de acordo com o aumento das doses aplicadas.

Para as demais épocas verificam-se os valores máximos de leituras SPAD de clorofila de acordo com a dose de N aplicada, sendo aos 45 d.a.e encontrado na dose de 70 mg de N dm⁻³, aos 52 d.a.e. na dose de 98 mg de N dm⁻³, aos 58 d.a.e. na dose de 56 mg de N

dm⁻³ e para 67 d.a.e. na dose de 42 mg de N dm⁻³. Obteve-se então um aumento das leituras até os 52 d.a.e. e decréscimo à partir dessa data, sendo que estes períodos correspondem ao estágio fenológico entre F1 - F3 (Marur e Ruano, 2001).

Tabela 4 - Valores de leitura de clorofila em função de diferentes épocas e doses de N na cultivar IAC 23.

TESTE F P>F	ÉPOCAS 0,0001**		DOSES 0,0001**		ÉPOCAS x DOSES 0,0009**	
Doses N mg de N dm ⁻³	Épocas (d.a.e.)					
	25	40	45	52	58	67
0	29,98ab	33,24 a	32,98 a	29,98 ab	28,64 b	27,10 b
14	29,18 c	36,26 a	36,96 a	34,06 ab	33,70 ab	31,56 bc
28	29,24 c	37,24 ab	38,44 a	37,90 a	36,10 ab	33,62 c
42	30,06 c	36,64 ab	38,12 a	35,98 ab	36,48 ab	33,36 bc
56	28,70 b	36,04 a	38,40 a	38,00 a	37,12 a	36,06 a
70	28,98 c	37,30 ab	38,80 a	37,92 ab	36,60 ab	34,74 b
84	28,54 c	36,28 ab	38,78 a	37,60 a	36,36 ab	33,76 b
98	26,68 c	38,10 a	38,74 a	38,24 a	34,30 b	35,44 ab
Média	28,92 e	36,38 ab	37,66 a	36,21 bc	34,91 c	33,20 d
p>F(linear)	0,1901	0,0067**	0,0017	0,0001	0,0007	0,0001
p>F(quad.)	0,2445	0,21248	0,0032**	0,0028**	0,0001**	0,0023**
r ² (linear %)	0,6167	0,4627	0,5585	0,6124	0,3228	0,6541
R ² (quad. %)	0,7687	0,5556	0,8478	0,8483	0,9246	0,8412
Equações Polinomiais						
40 d.a.e	Y = 0,641x + 34,98					
45 d.a.e	Y = -0,556x ² + 3,40x + 34,01					
52 d.a.e	Y = -0,733x ² + 4,688x + 30,97					
58 d.a.e	Y = -1,149x ² + 6,079x + 29,47					
67 d.a.e	Y = -0,747x ² + 4,708x + 28,01					
Media	Y = -0,605x ² + 3,488x + 31,057					

** - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

* - significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F

letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey

Os teores foliares de clorofila começaram a diminuir a partir dos trinta dias da aplicação do nitrogênio. Tal efeito indica que para uma nova adubação de cobertura, poder-se-á efetuar uma recomendação com base na leitura de clorofila.

Sendo assim, uma adubação em cobertura poderia ser realizada aos 45 d.a.e. no sentido de tentar manter os níveis de leituras SPAD próximos a 37, que foi o valor máximo alcançado no período. O efeito das doses foi significativo e os coeficientes de determinação (R²) com va-

lores acima de 0,76, a partir de 21 dias da aplicação do nitrogênio. Na média geral das avaliações efetuadas, pode-se verificar que houve resposta até o nível 35,91 de leitura SPAD, ou seja, uma resposta até a dose de 70 mg de N dm⁻³ (Figura 1). Os melhores ajustes foram obtidos com regressões quadráticas a partir de 45 dias após a emergência (R² = 0,84).

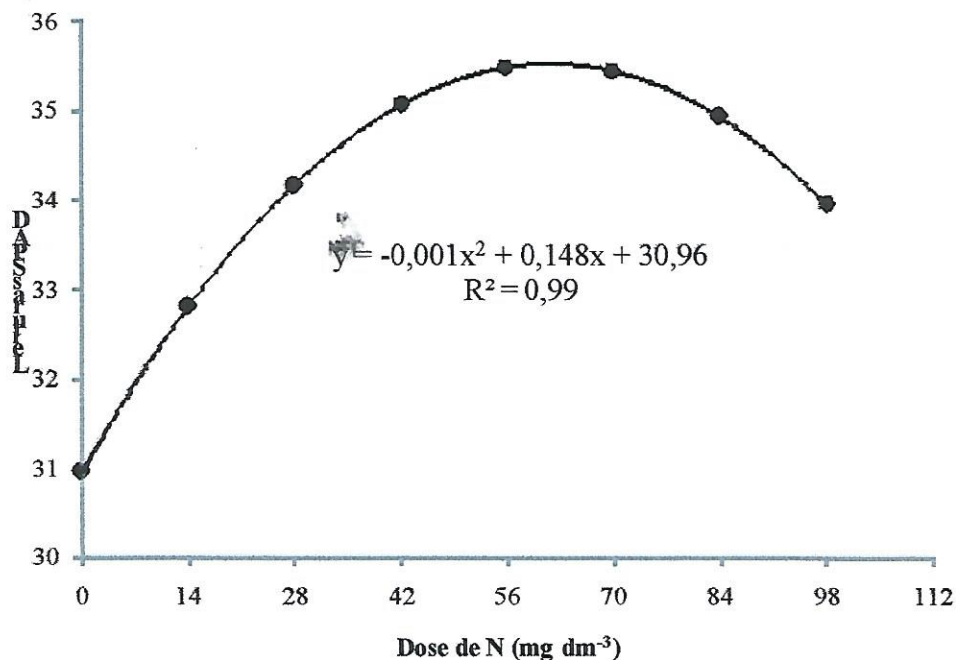


Figura 1- Regressão Polinomial efetuada para as médias das leituras.

CONCLUSÕES

As doses de N afetaram de forma positiva as características agronômicas de desenvolvimento de planta.

As leituras SPAD de clorofila mostraram um pico de absorção de N pelo algodoeiro aos 45 d.a.e. (estádio F1 para F2) com a dose de 70 mg de N dm⁻³.

As leituras SPAD podem mostrar uma possível deficiência de nitrogênio em algodoeiro e serem utilizadas para a recomendação do momento e dose de N a ser aplicada em cobertura.

REFERÊNCIAS

AZIA, F.; STEWART, K.A. Relationship between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. *Journal of Plant Nutrition*, Abingdon, v.24, n.6, p.961-966, 2001.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEI-

RA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R.. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, p.48, Boletim Técnico, 78, 1983.

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. (EMBRAPA-CNPA documentos 39).

FANIZZA, G.; RICCIARD, L; BAGNULO, C. Leaf greenness measurements to evaluate water stressed genotypes in *Vitis vinifera*. *Euphytica*, v. 55, p.27-31, 1991.

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

FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N.M. da; CARVALHO, L.H.; BORTOLETTO, N.; SABINO, J.C.; BOLONHEZI, D. Modos de aplicação de regulador vegetal no algodoeiro, cultivar IAC-22, em diferentes densidades populacionais e

níveis de nitrogênio em cobertura. **Bragantia**, v.62, n.2, p.227-233, 2003.

GOMES, P.F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. (Revista e ampliada). Piracicaba: Nobel, p. 460, 2000.

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

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ, V.H. & MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo. **Bragantia**, 58:209-216, 1999.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. São Paulo: Ceres, 1989, 292p.

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

MARUR, C. J., RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista de oleaginosas e fibrosas**, 5(2), p.313-317, 2001.

SILVA, N.M. **Calagem e adubação do algodoeiro**, In: Anais do III Seminário Estadual com a cultura do algodão em Mato Grosso. Cuiabá, Empaer-MT, 176p, 1996.

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

SWIADER JM; MOORE A. SPAD-chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Journal of Plant Nutrition**, V.25 p.1089-1100, 2002.

