
RESPOSTA DA PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E EFICIÊNCIA DO SENSOR ÓPTICO EM ESTIMAR O POTENCIAL PRODUTIVO

Leandro Ricardo de Nadai Geib¹, Telmo Jorge Carneiro Amado², Jardes Bragagnolo³, Rafael Pivotto Bortolotto⁴, Douglas Dalla Nora⁵

RESUMO

O desenvolvimento da cultura do algodoeiro é diretamente influenciado pela nutrição nitrogenada, a qual é dependente da fertilização mineral. No entanto, o manejo do nitrogênio nesta cultura é complexo, uma vez que doses elevadas também podem provocar efeitos negativos na produtividade da cultura. Nesse contexto, o ajuste fino na dosagem de N fertilizante, de acordo com a demanda da cultura, é essencial para a obtenção de elevadas produtividades. O presente trabalho teve como objetivos: I - estabelecer a curva de resposta de produtividade do algodoeiro ao N fertilizante; II – avaliar a capacidade do sensor óptico em estimar o potencial produtivo. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012/13 em um Latossolo Vermelho Amarelo, no oeste do estado da Bahia, em três áreas sob clima tropical, com precipitação anual de 1600 mm ano⁻¹ e temperatura média anual em torno de 21 °C. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram nas seguintes doses de N: 0, 45, 90, 130, 150, 180 e 220 kg ha⁻¹, aplicadas aos 43 dias após a semeadura (DAS) na área 1 e aos 32 DAS nas áreas 2 e 3. As leituras de IV foram realizadas em três épocas, correspondentes aos 63, 75 e 97 DAS na área 1 e aos 45, 57 e 80 DAS nas áreas 2 e 3, utilizando o sensor óptico N-Sensor ALS[®] (YARA). Adjacente aos estádios e pontos de leitura de IV, foi realizada a determinação de produtividade do algodoeiro. A produtividade da cultura do algodoeiro apresentou um ajuste quadrático com as doses de N nos três experimentos estudados e a dose que atingiu a máxima eficiência econômica foi a de 164, 139 e 167 kg ha⁻¹ de N para as áreas 1, 2 e 3, respectivamente.

Palavras-chave: Sensor, Estádio fenológico, Índice de vegetação, *Gossypium hirsutum* L.

ABSTRACT

RESPONSE OF COTTON PRODUCTIVITY SUBMITTED TO DIFFERENT DOSES OF NITROGEN AND EFFICIENCY OF THE OPTICAL SENSOR TO ESTIMATE YIELD POTENTIAL

The development of the cotton crop is directly influenced by nitrogen nutrition, which is dependent on mineral fertilization. However, the management of nitrogen by this culture is complex, since large doses can also cause negative effects on crop yield. In this context, fine-tuning the dosage of N fertilizer, according to the crop demands, is essential to obtain high yields. This study sought to: I - establish the response curve of cotton yield to N fertilization, II – evaluate the capability of the optical sensor to estimate yield potential. The experiment was conducted in the agricultural year 2012/13 in an Oxisoil in the western region of the state of Bahia, in three areas with tropical climate, annual rainfall of 1600 mm yr⁻¹ and a mean annual temperature of around 21 °C. The experiment was setup in a randomized block design with seven treatments and three replications. The treatments consisted of the following N doses: 0, 45, 90, 130, 150, 180 and 220 kg ha⁻¹ applied at 43 days after sowing (DAS) in area 1 and 32 DAS in areas 2 and 3. The vegetation index (VI) readings were taken at three different times, corresponding to 63, 75 and 97 DAS in area 1 and 45, 57 and 80 DAS in areas 2 and 3, using the optical sensor N-Sensor ALS[®] (YARA). For the different areas and VI readings the cotton yield was determined. The productivity of the cotton crop showed a quadratic fit with N doses studied in three experiments and the rates which achieved maximum economic efficiency were 164, 139 and 167 kg ha⁻¹ of N for areas 1, 2 and 3, respectively.

Keywords: Sensor, phenological Stadium, vegetation index, *Gossypium hirsutum* L.

Recebido para publicação em 16/04/2014. Aprovado em 23/10/2014.

1 - Eng. Agrônomo, Mestrando, Depto. de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), leandrodenadai@gmail.com)

2 - Professor Titular, Bolsista CNPq Departamento Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

3 - Engenheiro Agrônomo, Doutor, Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

4 - Engenheiro Agrônomo, Doutor, Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

5 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) geralmente é um dos principais fatores limitantes à produtividade do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Segundo Staut e Kurihara (2001), o N é fundamental no desenvolvimento da planta, principalmente para os órgãos vegetativos. Segundo Rosolem, Zancanaro e Tessaro (2007), a exportação de N pelo algodoeiro é de 50 a 85 kg de N para produzir uma tonelada de algodão em caroço, dependendo da variedade e das condições edafoclimáticas.

A determinação da dose de N no algodoeiro é uma decisão complexa. Pesquisas evidenciam distintas respostas da cultura quanto à aplicação de N, e trabalhos realizados por Silva *et al.* (1993) reportaram que doses acima de 70 kg ha⁻¹ não seriam econômicas. No entanto, Filho e Pedrosa (2004) observaram, em anos com maior precipitação, respostas à dose de 140 kg ha⁻¹.

Para expectativas de produtividade de 5000 kg ha⁻¹, Carvalho *et al.* (2007) preconizaram o uso de 20-25 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 125 kg ha⁻¹ em cobertura. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2006), é recomendada a aplicação de 120 a 130 kg de ha⁻¹ de N em solos argilosos e de 150 kg ha⁻¹ de N em solos arenosos, parcelando as aplicações em 15-30 kg ha⁻¹ na semeadura e o restante em duas aplicações em cobertura, sendo a primeira aplicação entre os 25-30 dias após a emergência (DAE) e a segunda aos 55-60 DAE, no estágio F1.

O N, quando aplicado em doses adequadas, estimula o crescimento e o florescimento do algodoeiro, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade da pluma (STAUT; KURIHARA, 2001). Nesse sentido, quando constatada a deficiência de N no início do florescimento, ocorre um retardamento no ciclo da cultura (MALIK *et al.*, 1978). Da mesma maneira, Hutmacher *et al.* (2004) afirmaram que doses excessivas de N estimulam demasiadamente o crescimento vegetativo e, conseqüentemente, há diminuição da qualidade da pluma. Portanto, a deficiência ou o excesso de N afetam negativamente o crescimento das plantas de algodão, a retenção de capulhos, a produtividade e a qualidade das fibras (REDDY *et al.*, 2004). Além disso, Cisneros

e Godfrey (2001) salientam que o excesso de N pode afetar indiretamente a qualidade das fibras, pelo aumento das infestações de pulgões, gerando pegajosidade nos capulhos.

Segundo Rosolem, Zancanaro e Tessaro (2007), aplicações tardias de N em cobertura não proporcionam aumento de produtividade, devido à indução de um maior crescimento vegetativo, que alonga o ciclo da planta e, conseqüentemente, incrementa a queda de estruturas reprodutivas.

Em estudos realizados por Link *et al.* (2005), os autores evidenciaram que informações a campo sobre variabilidade espacial do estado nutricional de plantas são muito valiosas para a prescrição da dose variável de N. Segundo Peñuelas e Filella (1998), a reflectância vegetal é uma eficiente indicadora da quantidade de biomassa e do estado nutricional das plantas, a qual se reflete em produtividade (GROHS *et al.*, 2009). Estudos realizados por Motomyia *et al.* (2012) relataram a capacidade do sensor óptico (Crop Circle® ACS-210, Holland Scientific, Inc. Lincoln, NE) em avaliar o potencial produtivo do algodoeiro. Resultados semelhantes foram encontrados por Solari *et al.* (2008), na cultura do milho, e por Bredemeier *et al.* (2013), na cultura do trigo.

A cultura do algodoeiro, pelo seu elevado valor econômico e pela demanda de ajuste fino na fertilização nitrogenada, apresenta elevado potencial de utilização da dose variada de N baseada em sensores ópticos. No entanto, são escassos os trabalhos que estudam essa tecnologia no território brasileiro. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo estabelecer a curva de resposta de produtividade no algodoeiro à aplicação de N em diferentes áreas, bem como determinar a máxima eficiência econômica e avaliar a eficiência do sensor óptico em estimar o potencial produtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em três áreas experimentais pertencentes à Fazenda Brasholanda, localizada no oeste baiano, no município de Correntina, com coordenadas geográficas de 13° 48.580' S; 46° 1.012' O e com cerca de 960 m de altitude. As áreas experimentais apresentavam 0,5 km entre si.

A região é caracterizada pelo clima Aw, tropical úmido e seco com estação chuvosa bem definida no verão e estação seca durante o inverno, segundo a classificação de Köppen (1931). Apresenta índice pluviométrico entre 1300 -1900 mm ano⁻¹ e temperatura média anual em torno de 21°C.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos e três repetições nas três áreas experimentais. Cada parcela experimental possuía dimensões de 27 m x 27 m, totalizando 729 m².

A fertilização de sementeira foi realizada de acordo com a análise de solo realizada anteriormente à implantação do experimento sendo aplicado o correspondente a 250 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado (11-52-00) (N-P-K) em todas as áreas, o que corresponde a 27 kg ha⁻¹ de N e 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Posteriormente, foi realizada adubação a lanço em superfície com 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), o que corresponde a 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

Durante o desenvolvimento da cultura, para as três áreas experimentais, as práticas de manejo e os tratos culturais foram os mesmos e seguiram as recomendações de Freire (2007).

Os tratamentos consistiram em doses de 0, 45, 90, 130, 150, 180 e 220 kg ha⁻¹ de N, aplicadas à lanço, utilizando como fonte de N o fertilizante ureia (46-00-00). A adubação em cobertura foi realizada aos 43 DAS na área 1 e aos 32 DAS na área 2 e área 3. A diferença entre os dias de aplicações entre as áreas deve-se às condições climáticas não terem sido favoráveis para a aplicação do fertilizante no

período de 32 DAS na área 1. As doses utilizadas tinham como intuito estabelecer a curva de resposta a N em função da produtividade para a cultura do algodoeiro e avaliar a eficiência do sensor óptico em diferentes estádios fenológicos. As doses foram sugeridas conforme o manejo adotado pelo produtor e a recomendação foi encontrada na literatura específica da área.

As leituras de IV foram realizadas em três épocas de avaliação. As datas de avaliação, DAS e estágio fenológico da cultura estão descritas no quadro 1. O estágio fenológico foi determinado através da escala do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), proposta por Marur e Ruano (2001), na qual o estágio B1 corresponde à formação do primeiro botão floral no primeiro ramo reprodutivo, o estágio F1 corresponde à abertura da primeira flor no primeiro ramo reprodutivo e o estágio C1 corresponde à formação do primeiro capulho no primeiro ramo reprodutivo.

A colheita foi realizada no dia 04 de julho de 2013, e, para a determinação da produtividade, foi realizada coleta manual de capulhos em dois metros lineares de duas fileiras para cada parcela nas três áreas, obtendo-se a massa de capulho com caroço sobre a qual, posteriormente, foi aplicado um fator de multiplicação para obter a produtividade em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva e de variância (ANOVA) para revelar a existência de significância. As médias foram comparadas pelo teste de tukey (p < 0,05) utilizando o programa estatístico ASSISTAT (SILVA;

Quadro 1. Data das três avaliações, dias após a sementeira e estágio fenológico em que se encontrava a cultura do algodoeiro em cada área experimental (Correntina, Bahia, 2013).

	*****Área 1 *****			*****Área 2 *****			*****Área 3 *****		
	Data	DAS	Estágio	Data	DAS	Estágio	Data	DAS	Estágio
Aplicação de N	18/01/2012	43	B1	07/02/2013	32	V4	07/02/2013	32	V4
1ª Avaliação	07/02/2013	63	F1	19/02/2013	45	B1	19/02/2013	45	B1
2ª Avaliação	19/02/2013	75	F4	12/03/2013	57	F1	12/03/2013	57	F1
3ª Avaliação	12/03/2013	97	C4	04/04/2013	80	F8	04/04/2013	80	F8
Colheita	04/07/2013	211		04/07/2013	180		04/07/2013	180	

AZEVEDO, 2009). Para a análise de regressão entre os parâmetros avaliados foi utilizado o *software* Sigma Plot 11.

Para se determinar a dose de MET, utilizou-se a equação ajustada entre produtividade e doses de N fertilizante. Já para a determinação da máxima eficiência econômica (MEE), foi utilizada a metodologia proposta por Raij (1991), igualando-se a primeira derivada da equação de regressão correspondente à produtividade no valor zero, e a relação entre preços do insumo (R\$ por kg de N, na forma de ureia) e do produto (R\$ por kg de algodão em caroço), considerando-se os preços vigentes no estado da Bahia, em junho de 2013. Nesse caso, o custo do kg de N foi de R\$ 2,22, e o valor do kg de algodão em caroço foi de R\$ 1,73. A quantificação da dose de N que corresponde à MEE foi obtida utilizando-se a Equação 1.

$$D_N = (b - F) / (2 * a) \quad (1)$$

em que,

D_N = dose de nitrogênio (kg ha⁻¹);

b = coeficiente linear.

F = relação entre os preços do insumo e do produto.

a = coeficiente angular

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas três áreas avaliadas, as doses de N afetaram de forma quadrática e significativa a produtividade do algodoeiro (Figura 1a, 1b, 1c), indicando que, a partir de uma determinada dose, o excesso de N passa a ser prejudicial para o desenvolvimento da cultura, como descrito anteriormente por Hutmacher *et al.* (2004).

Em relação à área 1 (Figura 1a), de acordo com a equação ajustada, a dose de N que alcançou a máxima produtividade, ou seja, a MET foi de 169 kg ha⁻¹ de N, a qual atingiu a produtividade de 7.133 kg ha⁻¹ de algodão. Considerando a MEE como a relação entre o preço do insumo e preço do produto, a dose indicada foi de 164 kg ha⁻¹ de N, o que resultaria, de acordo com a equação ajustada, em 7.129 kg ha⁻¹ de algodão em caroço.

Para a área 2, a MET foi atingida com a dose de 146 kg ha⁻¹ de N, que resultou na máxima produtividade, de 4.948 kg ha⁻¹ de algodão (Figura 1b). Já a MEE para essa mesma área foi de 139 Kg ha⁻¹ de N, alcançando a produtividade de 4.943 kg ha⁻¹ de algodão. Com relação à área 3, a MET foi igual a 183 kg ha⁻¹ de N e resultou em 4.694 kg ha⁻¹ de algodão (Figura 1c). A MEE dessa área experimental foi de 167 kg ha⁻¹ de N, alcançando a produtividade de 4.684 kg ha⁻¹. Na área 3 foi observado o mais elevado coeficiente de determinação entre os três experimentos (R²=70), apresentando elevada resposta do algodoeiro já para as primeiras doses de nitrogênio.

A variabilidade espacial em uma mesma área agrícola ou em distintas áreas pronuncia-se, não só na produtividade das culturas, como também na necessidade de adubação para suprir as exigências nutricionais da planta. Neste estudo, verificou-se pouca diferença entre a dose de N necessária para atingir a MEE dos experimentos 1 e 3 e a produtividade máxima atingida em cada um deles. Assim, enquanto no experimento 1, considerado de elevada produtividade, a MEE foi de 164 kg ha⁻¹ de N para alcançar 7.129 kg ha⁻¹ de algodão, no experimento 3, considerado de baixo rendimento, a MEE foi de 167 kg ha⁻¹ de N para uma produtividade de 4684 kg ha⁻¹ de algodão. Nesse caso, embora a MEE tenha sido semelhante entre os experimentos, a produtividade foi 34 % maior no experimento 1 que no 3.

Os resultados verificados neste estudo corroboram os encontrados por Motomyia *et al.* (2012), que reportaram incremento na produtividade do algodoeiro com as doses de N aplicadas, ajustando-se a um modelo quadrático, em que a máxima produtividade, conforme a derivação da equação de regressão, seria atingida com a dose de 195 kg ha⁻¹.

A elevada demanda de N pelo algodoeiro para alcançar elevadas produtividades sugere que a quantidade de N fornecida pelo solo não é suficiente para atender à necessidade da cultura (MOTOMYIA *et al.*, 2012). Na maioria dos experimentos realizados na região do cerrado, em

solos de textura média a argilosa e em condições de sequeiro, respostas econômicas foram obtidas com doses de 100 a 130 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Ainda, respostas a doses mais elevadas podem ocorrer em função da baixa eficiência agrônômica do N (MAPA, 2006).

O ajuste quadrático da produtividade demonstra que a aplicação de elevadas doses de N tem um efeito negativo no desenvolvimento do algodoeiro. Esse resultado é decorrente do aumento da absorção de N e pode resultar em desequilíbrio nutricional, induzindo ao excesso de desenvolvimento vegetativo (MAPA, 2003).

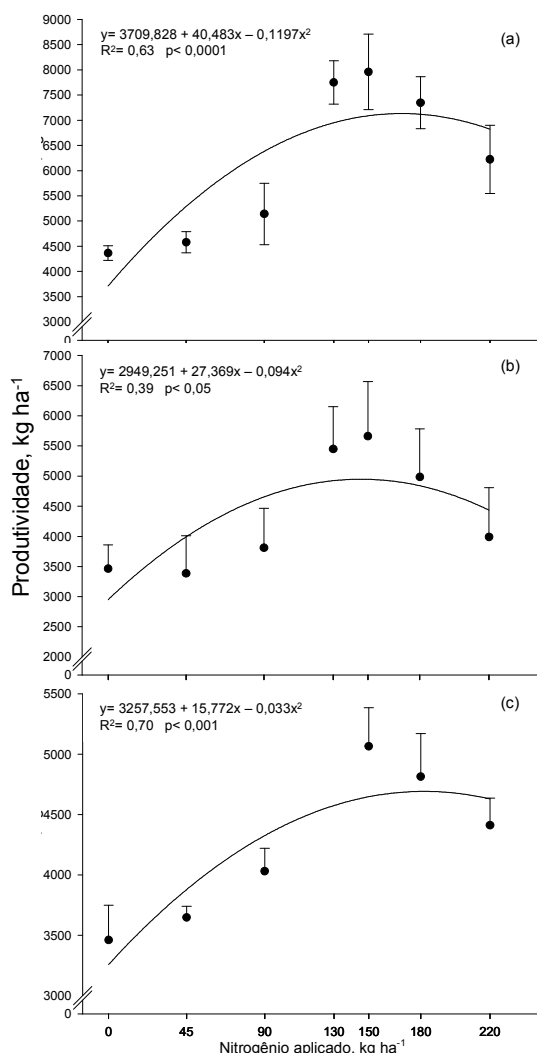


Figura 1. Efeito das doses de N na produtividade do algodoeiro em caroço para a área 1 (a), área 2 (b) e área 3 (c). (Correntina, Bahia, 2013).

Neste estudo, as leituras de IV foram capazes de prever a produtividade da cultura. Resultados semelhantes foram anteriormente reportados por Motomyia *et al.* (2012). Esse resultado pode ser observado na Figura 2, para a área 1, em que a leitura de IV realizada no estágio F1 (Figura 2a) possibilitou a estimativa da produtividade da cultura com ajuste quadrático.

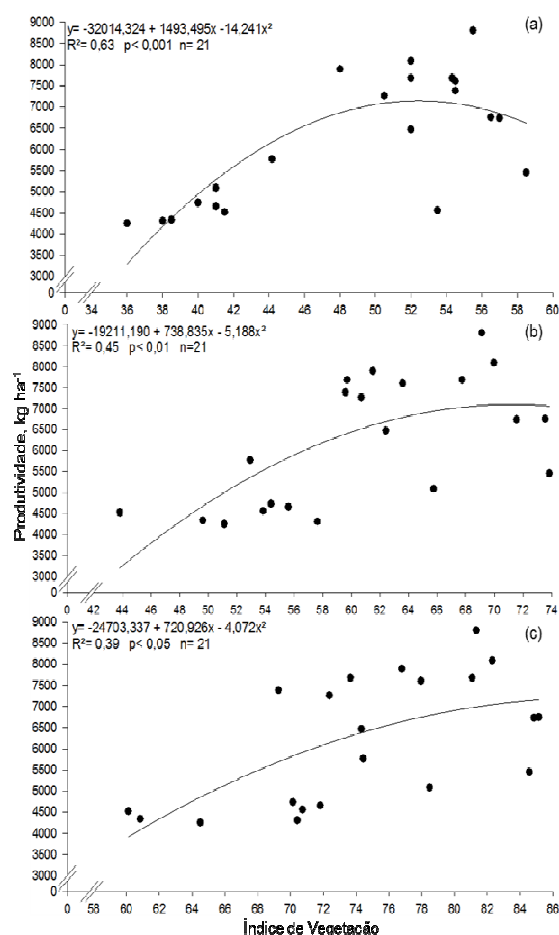


Figura 2. Relação entre o IV e a produtividade do algodão para a primeira avaliação (a), segunda avaliação (b) e terceira avaliação (c) referentes a área 1 (Correntina, Bahia, 2013).

Destaca-se, ainda, que a leitura de IV foi realizada no estágio F1, concordando com o proposto por Fridgen e Varco (2004). De forma análoga ao verificado na área 1, a área 2 apresentou correlação entre o IV obtido no estágio F1 e a produtividade do algodoeiro (Figura 3b). Entretanto, as leituras

realizadas nos demais estádios não apresentaram relação com a produtividade da cultura (Figuras 3a e 3c).

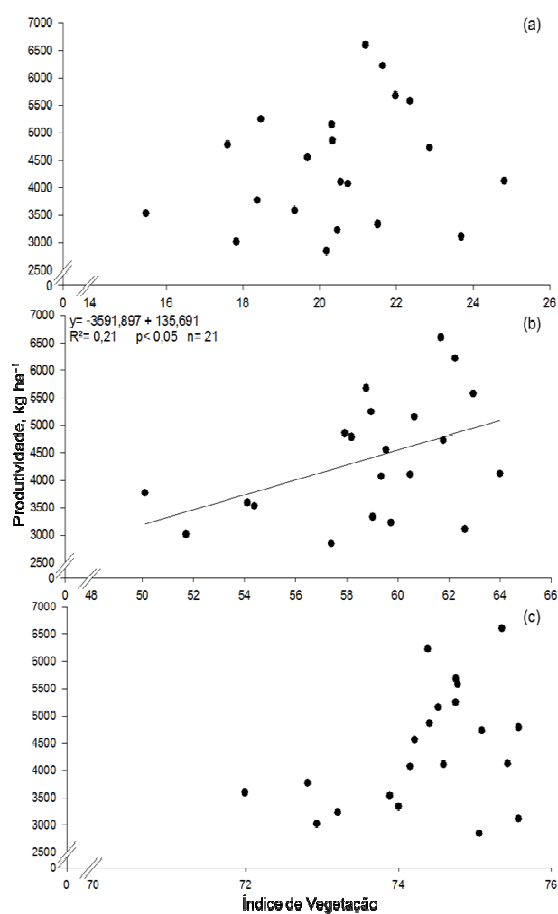


Figura 3. Relação entre o IV e a produtividade do algodão para a primeira avaliação (a), segunda avaliação (b) e terceira avaliação (c) referentes a área 2 (Correntina, Bahia, 2013).

O mesmo comportamento foi encontrado para a área 3, aonde o estágio F1 apresentou maior correlação (Figura 4b) entre os três estádios avaliados.

Buscaglia e Varco (2002) e Motomyia *et al.* (2012), avaliando o uso do N Sensor na determinação do IV em plantas de algodoeiro, reportaram maior relação nas leituras realizadas no estágio F1, referente ao início da floração da cultura. Os resultados obtidos no presente estudo vão ao encontro dos trabalhos citados anteriormente, notadamente nas três áreas avaliadas.

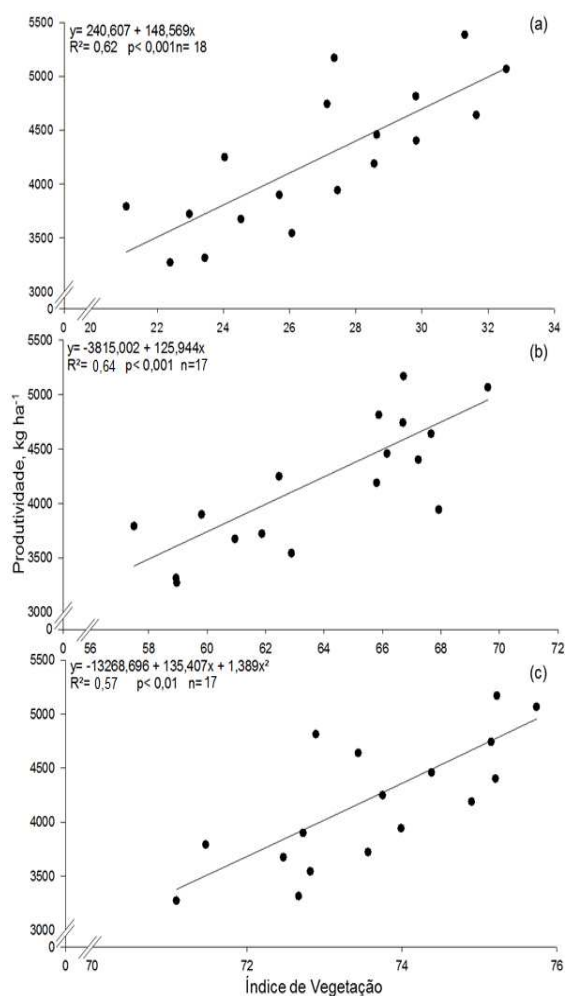


Figura 4. Relação entre o IV e a produtividade do algodão para a primeira avaliação (a), segunda avaliação (b) e terceira avaliação (c) referentes a área 3 (Correntina, Bahia, 2013).

CONCLUSÕES

- A produtividade da cultura do algodoeiro foi positivamente influenciada pelas doses de N aplicadas, apresentando ajuste quadrático nas três áreas investigadas. A produção variou de 3.709 kg ha⁻¹ (sem N) a 7.133 kg ha⁻¹ (dose para a MET) para a área 1, de 2.949 kg ha⁻¹ (sem N) a 4.948 kg ha⁻¹ (dose para a MET) para a área 2 e de 3.257 kg ha⁻¹ (sem N) a 4.694 kg ha⁻¹ (dose para a MET) para a área 3;
- O sensor apresentou elevada eficiência em estimar o potencial produtivo da cultura, apresentando maior eficiência quando a cultura encontrava-se no início do florescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREDEMEIER, C.; VARIANI, C.; ROSA, A.T. Estimativa do potencial produtivo em trigo utilizando sensor óptico ativo para adubação nitrogenada em taxa variável. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1147-1154, 2013.
- BUSCAGLIA, H.J.; VARCO, J.J. Early detection of cotton leaf nitrogen status using leaf reflectance. **Journal of Plant Nutrition**, Austin, v.25, n.9, p. 2067–2080, 2002.
- CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, G.B.; STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p.581-647.
- CISNEROS, J.J.; GODFREY, L.D. **Effects of nitrogen fertility**. California. In Proc. Beltwide Cotton Conferences, New Orleans, v.1, p.961-964, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa- CNPS, 2006. 400p
- FILHO, J.L.S.; PEDROSA, M B.. **Resultados de pesquisas com a cultura do algodão no oeste e sudoeste da Bahia, safra 2003/2004**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Documentos,133)
- FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil**. 1. ed. Brasília: Abrapa, 2007. v.1. 918p .
- FRIDGEN, J.L.; VARCO J.J. Dependency of cotton leaf nitrogen, chlorophyll, and reflectance on nitrogen and potassium availability. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.1, p.63-69, 2004.
- GROHS, D.S.; BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M.; POLETTO, N. Modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor GreenSeeker. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, v.1, p. 101-112, 2009.
- HUTMACHER, R.B.; TRAVIS, R.L.; RAINS, R.N. Response of recent Acala cotton cultivars to variable nitrogen rates in the San Joaquin valley of California. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, p. 48-62, 2004.
- JASPER, J.; REUSCH, S.; LINK, A. Active sensing of the N status of wheat using optimized wavelength combination—impact of seed rate, variety and growth stage. In: VAN HENTEN, E.J.; GOENSE, D.; LOKHORST, C. (ed.). **PRECISION AGRICULTURE**, 7., 2009, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, The Netherlands: 7th European conference on precision agriculture. Academic Publishers, 2009. p.23–30.
- KÖPPEN, W.P. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388 p.
- LINK, A.; JASPER, J.; REUSCH, S. Suitability of different crop parameters for the determination of site-specific nitrogen fertilizer demand. In: STAFFORD, J.V. (ed.). **PRECISION AGRICULTURE**, 5., 2005, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, The Netherlands: 5th European Conference on Precision Agriculture. Academic Publishers, 2005. p.297-302.
- MALIK, M.N.A.; EVENSON, J.P.; EDWARDS, D.G. The effect of level of of nitrogen nutrition on carliness in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, New Zeland, v.29, p. 1213-1221. 1978.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Calagem e Adubação do Algodoeiro no Cerrado**. Circular Técnico, n. 92, Campina Grande, 2003. 81p
- MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manejo da adubação Nitrogenada do algodoeiro no Sistema plantio direto com Integração lavoura-pecuária, no Cerrado de Goiás**. Circular Técnico, n. 199, Campina Grande, 2006. 70p
- MARUR, C.J.; RUANO, O.A. Reference system for determination of developmental stages of

- upland cotton. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.5, n.2, p. 313-317, 2001.
- MOTOMYIA V.; MOLIN, J.P.; MOTOMYIA, W.R.; BISCARO, G.A. Diagnose nutricional com o uso de sensor óptico ativo em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.11, p. 1159-1165, 2012.
- PEÑUELAS, J.; FILELLA, I. Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. **Trends in Plant Science**, Berkeley, v.3, n.4, p.151-156, 1998.
- RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.
- REDDY, V.S.; DAY, I.S.; THOMAS, T.; REDDY, A.S.N.; KIC, a novel Ca²⁺ binding protein with one EF-hand motif, interacts with a microtubule motor protein and regulates trichome morphogenesis. **Plant Cell**, Florida, v.16, p.185-200, 2004.
- ROSOLEM, C.A.; ZANCANARO, L.Z.; TESSARO, L.C. Nitrogênio e enxofre na cultura do algodoeiro. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p.321-347.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, San Jose. **Proceedings...** San Jose: St. Joseph: ASABE, 2009. 5 CD-ROM.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; SABINO, J.C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; LANDELL, M.G.A. Efeitos da adubação nitrogenada e de regulador de crescimento na cultura algodoeira. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 7., Cuiabá, 1993. **Resumos...** Cuiabá: EMPAER-MT/EMBRAPA/CNPA, 1993. p.215.
- SOLARI, F.J.; SHANAHAM, J.; FERGUSON, R.B.; SCHEPERS, J.S.; GITELSON, A.A. Active sensor reflectance measurements of corn nitrogen status and yield potential. **Agronomy Journal**, Madison, v.100, p.571-579, 2008.
- STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem e adubação. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.19