



DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES A LANÇO EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DO INSUMO¹

Étore Francisco Reynaldo¹, Thiago Martins Machado², Leandro Taubinger³ & Dionathan de Quadros⁴

RESUMO: A qualidade e a uniformidade dos fertilizantes, são fatores determinantes, para o estabelecimento da largura efetiva de equipamentos de distribuição de fertilizantes. Sendo assim, o presente trabalho, objetivou avaliar o comportamento da distribuição transversal de fertilizantes em função de diferentes fontes. Sendo o distribuidor utilizado, com mecanismo dosador gravimétrico e mecanismo distribuidor centrífugo com dois discos horizontais. O equipamento de distribuição foi acoplado a um pulverizador autopropelido com barras frontais, possuindo engate traseiro de três pontos com quadro móvel. Foram utilizados dois fertilizantes Uréia Cloretada (36-00-11) e YaraBela Cloretada (22-00-11), cada tratamento consistiu em três passadas sobre coletores padronizados, sendo que após as passadas, o produto foi coletado e pesados em balança eletrônica e analisada a granulometria. Os dados obtidos foram analisados em planilha eletrônica “Adulção” onde se calculou o coeficiente de variação (CV) em função da largura efetiva simulada de 30 metros. O fertilizante YaraBela Cloretada apresentou valores do coeficiente de variação abaixo do limite na largura pré-estabelecida e também qualidade no perfil de distribuição transversal, possibilitando o trabalho em faixas maiores, devido a maior uniformidade granulométrica e maior concentração dos grânulos nas classes maiores.

PALAVRAS-CHAVE: Produtividade, adubo, máquinas agrícolas.

DISTRIBUTION OF FERTILIZERS DEPENDING ON THE QUALITY OF THE INPUT

ABSTRACT: The quality and uniformity of fertilizers, are determining factors for setting the effective width of fertilizer distribution equipment. Therefore, this study objective was to evaluate the behavior of the transverse distribution of fertilizers according to different sources. It is the distributor used had a gravimetric metering system and a mechanism centrifugal distributor with two horizontal discs. The distributor equipment was coupled to a self-propelled sprayer with front bars, possessing rear three-point hitch with mobile frame. Two fertilizers were used, Urea chlorinated (36-00-11) and chlorinated YaraBela (22-00-11). Each treatment consisted of three standard collection before and after the fertilizer distribution. Then, the products were collected and weighed on an electronic scale and the particle size was analyzed. The data was analyzed in a spreadsheet "Adulção" in which the coefficient of variation (CV) was calculated as a function of the simulated effective width of 30 meters. Fertilizer YaraBela chlorinated presented values of the coefficient of variation below the threshold at predetermined width and also in the quality of cross distribution profile. That enable the fertilizer to work in larger groups due to more uniform particle size and greater concentration of beads in the larger classes.

KEYWORDS: Productivity, fertilizer, agricultural machinery.

¹ Pesquisador FAPA – Entre Rios – PR. E-mail: etfreynaldo@yahoo.com.br

² Prof. Dr. Adjunto – UFMT – Campus de Sinop – MT. E-mail: tmmachado@ufmt.br

³ Pesquisador Junior FAPA - Entre Rios – PR. E-mail: leandro@agraria.com.br

⁴ Auxiliar técnico FAPA- Entre Rios – PR. E-mail: dionathan@agraria.com.br

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de fertilizantes minerais é um processo essencial para a manutenção de níveis de nutrientes no solo adequados ao desenvolvimento das culturas. No entanto, a aplicação destes produtos químicos sem critério origina problemas ambientais e tem custos económicos e energéticos (Serrano et al., 2014; Serrano et al., 2011).

Uma adubação desequilibrada pode resultar em perdas económicas e ambientais, ressaltando-se que a maioria dos insumos é derivada de fontes não renováveis, cuja crescente demanda e escassez de reservas têm elevado seus custos ao longo dos anos (Santos et al., 2012).

O procedimento normalmente utilizado para a determinação da largura efetiva baseia-se no coeficiente de variação (CV). Para tanto, realiza-se a simulação de recobrimentos sucessivos com os valores acumulados nos coletores e calcula-se o CV para cada situação de recobrimento simulado Molin et al. (2009). Para a qualificação da sua deposição, é necessária a análise da regularidade da distribuição transversal, que, de acordo com as normas ISO 5690/1 ISO (1985) e ASABE S341.3 ASAE (2006), pode ser efetuada baseando-se no coeficiente de variação CV da distribuição dos materiais empregados. Segundo (Portella& Batista, 2012), no Brasil os ensaios de distribuidores de fertilizantes são feitos da forma convencional, onde utiliza-se bandejas para coletar o produto e posteriormente depositadas em um recipiente para a pesagem em balança eletrônica.

Segundo Alcarde et al. (1989), as características de qualidade dos fertilizantes minerais podem ser classificadas como de natureza química, física e físico-química. As características físicas, como granulometria, consistência e fluidez, basicamente, definem a qualidade de distribuição dos fertilizantes. Quando ocorre a aplicação de fertilizantes formulados a lanço, essas características físicas intrínsecas ao grânulo de cada fonte, devem ser avaliadas, para evitar que ocorram diferenças na distribuição transversal e segregação dos grânulos de cada fonte.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento da distribuição transversal de fertilizantes em função de diferentes fontes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda dos Porcos, localizada no município de Goioxim - PR, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude -25° 16' e Longitude - 51° 46'.

O equipamento utilizado no comparativo de perfil de distribuição transversal de fertilizante foi o modelo Accura 1600 (Figura 1) marca Kuhn®. O distribuidor é equipado com reservatório tipo pirâmide invertido e mecanismo dosador gravimétrico auxiliado por agitador mecânico de baixa velocidade. O mecanismo distribuidor é centrífugo com dois discos horizontais, modelo S8. O equipamento de distribuição foi acoplado ao pulverizador autopropelido Pla®, modelo: H 3000 com barras frontais (Figura 1).



Figura 1 - Pulverizador autopropelido e distribuidor de fertilizantes centrífugo montado.

O espécime em questão possui engate traseiro de três pontos com quadro móvel, possibilitando o trabalho (distribuição) em diferentes alturas.

A velocidade do vento foi monitorada no decorrer de cada passada com o auxílio de um anemômetro digital portátil, a 1150 mm em relação ao solo. Os fertilizantes utilizados na comparação foram: Uréia Cloretada (36-00-11) e YaraBela Cloretada (22-00-11).

A determinação da granulometria geral se deu com a coleta de uma amostra de 250 g de fertilizante antes que o mesmo passasse pelos mecanismos dosadores. As amostras foram fracionadas em partes, a fim de se obter 100 gramas de produto. Após o fracionamento, o fertilizante, foi colocado em um agitador automático. Foram utilizadas as peneiras com malhas de 4; 2,8; 2; 1,7; 1; 0,5 e fundo das peneiras, acopladas. O período de agitação das amostras foi de 10 minutos. Após o

processo de agitação as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e os valores convertidos em porcentagens, para as devidas comparações entre as peneiras.

As avaliações para distribuição transversal foram desenvolvidas de acordo com a Norma ASAE S341.3 ASABE (2006). Os coletores foram alinhados paralelamente no campo, de forma transversal para a coleta do material distribuído.

A vazão do mecanismo dosador foi determinada tendo como referência o manual do fabricante, conferidas e adequadas para a dose de 200 kg ha⁻¹. Foi realizada a análise da vazão com o distribuidor com meia carga, sendo o produto coletado considerando-se a totalização dos dois mecanismos dosadores, a altura utilizada no ensaio foi de 1150 mm em relação ao solo.

Avaliações antecedentes foram realizados para a determinação do ponto de queda do produto no disco horizontal, partindo do especificado pelo manual do fabricante fez-se 1 acima e um abaixo. O melhor ponto de queda foi na posição 5,0 para ambos os fertilizantes avaliados.

As determinações do teor de água, densidade, densidade específica e ângulo de repouso seguiram a metodologia proposta por Reynaldo & Gamero (2015).

Os coletores utilizados possuíam dimensões padronizadas de 500 x 500 x 150 mm respectivamente a comprimento, largura e profundidade. Dentro de cada coletor foi inserido uma grade de polietileno (75 x 75 mm de abertura de alvéolo e 60 mm de profundidade) para que fosse evitado o ricocheteamento do material, conforme recomenda a norma ISO 5690/1.

O ensaio foi conduzido com a regulagem de largura efetiva fixa de 30 metros. Para tanto se utilizou 136 coletores, totalizando 70 metros sobre a fila de coletores dispostos lado a lado entre si.

A velocidade de deslocamento do conjunto autopropelido distribuidor escolhida, foi de 8 km h⁻¹, conforme Laghari et al. (2014).

Cada tratamento consistiu em três passadas sobre os coletores, sendo que após as passadas, o produto foi coletado em copos plásticos enumerados e pesados em balança eletrônica com resolução de 0,01 gramas. Os dados obtidos foram analisados em planilha eletrônica "Adulção" Gonçalves et al. (2003) de acordo com metodologia proposta por Molin et al. (2009), onde se calculou o coeficiente de variação (CV) em função da largura efetiva simulada de 30 metros. O Coeficiente de variação é uma medida de desuniformidade da dose aplicada com a sobreposição de passadas adjacentes. A largura efetiva de trabalho (Len) foi considerada como aceitável para valores de CV abaixo do pré-estabelecido de 20%. Gomes (1990) considera um CV de 10 a 20% como um valor médio.

Devido ao bom desempenho do produto YaraBela Cloretada na largura efetiva simulada de 30 metros, foi realizada também uma simulação de aumento da largura efetiva de trabalho, para verificar qual seria essa largura quando se assume trabalhar com CV% no limite, ou seja, de 20%. Como para o produto ureia cloretada não foi obtida uma regulagem com CV % aceitável para largura efetiva de trabalho de 30 metros, foi simulada a diminuição da largura assumindo trabalhar com CV no limite, ou seja, de 20%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dois tratamentos (fertilizante 1 e fertilizantes 2) e quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, sendo que os modelos foram comparados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste t, ambos ao nível mínimo de 5 % de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A velocidade média do vento no decorrer do ensaio foi de 1,1 m s⁻¹, sendo o valor este dentro do limite recomendado, que é de 2,22 m s⁻¹ ASAE S341.3 ASABE (2006).

Na Tabela 1 tem-se a granulometria dos fertilizantes utilizados no ensaio de distribuição transversal entre os equipamentos.

Tabela 1 - Granulometria dos fertilizantes utilizados no ensaio.

Peneira	Frações granulométricas (%)	
	Uréia Cloretada	YaraBela Cloretada
> 4,0 mm	3,00	12,47
> 2,8 mm	59,68	66,45
> 2,0 mm	35,36	18,79
> 1,7 mm	1,18	0,96
> 1,0 mm	0,70	0,96
> 0,5 mm	0,05	0,24
Pó	0,04	0,12

Aproximadamente 79% do fertilizante YaraBelaCloretada apresentou fração de grânulos com diâmetros superior a 2,8 mm, sendo 12 % de grânulos com diâmetros maiores que 4,0 mm. Já para o fertilizante Uréia Cloretada, aproximadamente 63% dos grânulos apresentavam diâmetros superior a 2,8 mm, sendo 3 % de grânulos com diâmetros maiores que 4,0 mm.

Sendo assim, o fertilizante YaraBela Cloretada apresentou maior concentração do produto em uma só faixa de granulometria quando comparado ao outro fertilizante, o que se mostra vantajoso quanto à facilidade e confiabilidade da regulagem de largura de trabalho. Partículas com granulometria diferente apresentam comportamento de balística diferente. Quanto maior a partícula, maior a distância alcançada para uma mesma força de lançamento. Por isso também, que o fertilizante YaraBela Cloretada é superior aos produtos nacionais quando se fala em possibilidade de aumento de largura efetiva de trabalho, e consequentemente aumento de rendimento operacional. A desuniformidade dos, em decorrência da qualidade do

processo industrial e da quebra de grânulos devido à baixa consistência Molin et al. (2009).

Na Tabela 2 é apresentado o teor de água, densidade, densidade específica e ângulo de repouso dos fertilizantes avaliados no ensaio.

A fluidez está relacionada com a capacidade de o material escoar, esta propriedade é avaliada através do ângulo de repouso do produto, quanto menor for este ângulo, melhor a capacidade de escoamento do material (Rodella & Alcarde, 2000). Os resultados do presente trabalho demonstram que o ângulo de repouso teor de água, densidade e densidade específica não obtiveram diferenças significativas (Tabela 3).

Tabela 2 - Teor de água, densidade, densidade específica e ângulo de repouso dos fertilizantes avaliados

Fertilizante	Teor de água (%)	Densidade (g cm ⁻³)	Dens. específica (g cm ⁻³)	Ângulo de Repouso (°)
Uréia Cloretada	4.09	0.91	1.15	33.50
	3.99	0.88	1.12	32.90
	4.04	0.90	1.10	33.40
Média	4,04 A	0,89 A	1,12 A	33,26 A
YaraBella Cloretada	4.20	0.90	1.15	33.58
	4.19	0.95	1.18	33.25
	4.01	0.93	1.14	32.89
Média	4,13 A	0,92 A	1,15 A	33,24 A

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem ao nível de 5% de probabilidade

Na Figura 2 é apresentado o gráfico de perfil de distribuição transversal obtido com uso de uréia cloretada.

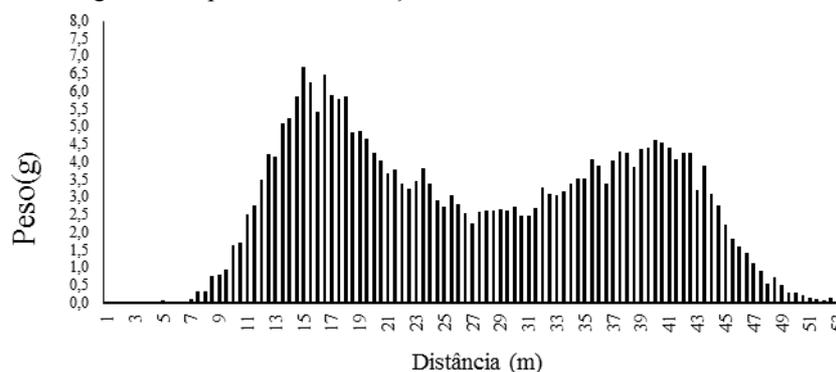


Figura 2 - Gráficos de perfil de distribuição transversal obtida com uso de uréia cloretada.

Na Figura 3 é apresentado o gráfico de perfil de distribuição transversal obtido com uso de YaraBela Cloretada para a largura de trabalho definida.

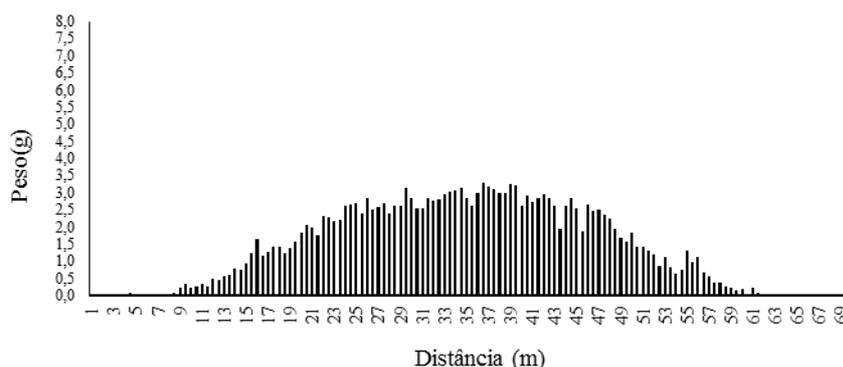


Figura 3 - Gráficos de perfil de distribuição transversal e coeficiente de variação obtidos com uso de YaraBela cloretada.

Os gráficos das figuras 2 e 3 apresentam uma diferença na distribuição transversal, a ureia cloretada tem uma concentração de fertilizantes nas extremidades, enquanto o fertilizante YaraBela, concentra no centro, isso pode ser explicado pela diferença de granulometria e padronização dos fertilizantes.

O perfil de distribuição em W, também encontrado por (Molin et al., 2009; Baio et al., 2012); (Figura 2), isto se

deve em grande parte a qualidade de fertilizante utilizado, principalmente a granulometria do mesmo. Onde as partículas de menor diâmetro ou pó ficam distribuídas próximas ao equipamento de aplicação (distância de 25 a 33m), as partículas com densidade média se depositam a média distância (distância de 13 a 17 e 39 a 43m) e por último, as partículas de maior densidade e/ou peneira, são depositadas nas extremidades (distância de 5 a 11 e 47 a 53m). Contudo, vale frisar que este tipo de distribuição pode causar problemas ligados a deficiência de nutrientes, conforme apresentado na figura 4.



Figura 4 - Cultura de cevada onde: 1 - verde-escuro, excesso de fertilizante nitrogenado / alto potencial para acamamento e dificuldade de controle fitopatológico e, 2 - verde-claro, redução de aplicação de fertilizante / deficiência nutricional.

Foram observadas a campo, na cultura da cevada, em que as faixas em verde-escuro (1 – Figura 4), excesso de fertilizante nitrogenado / alto potencial para acamamento e dificuldades de controle fitopatológico e, verde-claro (2 – Figura 4), redução de aplicação de fertilizante / deficiência nutricional, consequente redução de produtividade devido a deficiência nutricional. Estando de acordo com Farret et al. (2008), o que afeta a distância horizontal pela qual as partículas são lançadas é o seu tamanho, a densidade, a forma, a padronização e velocidade de rotação dos discos. Produtos com diferentes densidades, interferem na capacidade efetiva de campo Hachuy (2008).

Na Tabela 3 é apresentado o coeficiente de variação para largura efetiva de 30 metros para os diferentes fertilizantes avaliados. O CV% ficou abaixo do limite de 20% para esse produto, para os três modos de percurso simulados, apresentando um desempenho superior à uréia cloretada, que apresentou CV% muito além do limite especificado.

Neste caso seria impossível trabalhar com a largura de 30 metros. Pois com o CV% chegando a 43% no percurso contínuo o erro de dose ao longo da faixa de trabalho seria inadmissível, comprometendo inclusive o rendimento das culturas.

Tabela 3 - Coeficiente de variação nos diferentes fertilizantes avaliados, na largura efetiva de 30 metros e largura efetiva de trabalho no máximo CV % aceitável.

Modo de Percurso	Coeficiente de Variação (CV %)			
	Uréia cloretada		YaraBela Cloretada	
Alternado Direito	42,60		9,36	
Alternado Esquerdo	36,77	20,00	13,52	20,00
Contínuo	43,00		11,54	
Largura efetiva de trabalho (m)	30	18,61	30	39,27

Também na Tabela 3 é apresentada a largura de trabalho obtida quando se assume trabalhar com CV% no limite, ou seja, em torno de 20%. Com essa nova largura de 39 metros para o fertilizante YaraBela cloretada, é possível de se obter um aumento de 20 a 40 % de rendimento na operação de distribuição de fertilizante sólido a lanço, dependendo das condições de eficiência operacional e de tamanho e formato da área a ser trabalhada. Já para a uréia cloretada, a máxima largura possível de ser trabalhada com CV no limite seria em torno de 18,61 m. Fica evidenciado através das simulações com as diferentes fontes de fertilizantes o quanto a eficiência das máquinas aplicadoras é influenciada pela qualidade dos fertilizantes.

Em avaliação da distribuição com diferentes fertilizantes, marcas e modelos de distribuidores de fertilizantes, avaliando em pátio e em culturas, considerando um CV de 20%, Baio et al. (2012) encontraram larguras efetivas de trabalho variando de 10,92 a 13,17 m. Enquanto Hachuy (2008) avaliando um distribuidor de fertilizantes com diferentes regulagens com fertilizante, (uréia) obteve larguras efetivas entre 3,8 e 4,3m, sendo portanto muito inferiores as obtidas no presente ensaio.

Molin et al. (2009) enfatizam que as máquinas utilizadas para aplicações têm como característica principal a grande dependência em relação à qualidade e à condição física do produto a ser aplicado, sendo essa afirmativa dos autores, comprovada através do ensaio realizado.

4 CONCLUSÕES

A qualidade do fertilizante tem impacto direto na qualidade de distribuição dos distribuidores de fertilizantes a lanço, implicando em aumento ou redução da largura efetiva de trabalho.

O fertilizante YaraBela Cloretada apresentou valores do coeficiente de variação abaixo do limite na largura pré-estabelecida.

O fertilizante YaraBela Cloretada apresentou maior qualidade no perfil de distribuição transversal, possibilitando o trabalho em faixas maiores, devido a maior uniformidade granulométrica, e maior concentração dos grânulos nas classes maiores.

A regulagem dos equipamentos de distribuição de fertilizantes a lanço contribui para maior eficiência operacional em campo. Em conjunto com fertilizante de boa qualidade o incremento de rendimento operacional, devido ao aumento da faixa de trabalho, pode variar em até 40%.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo: ANDA, 1989. 35 p.
- ASABE. **ASAE S341.3**. Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders. St Joseph: ASABE Standards, 2006. p. 215-218.
- BAIO, F. H. R.; MOLIN, J. M.; LEAL, A. J. F. Avaliação da distribuição transversal de adubos sólidos aplicados em culturas anuais. **Bioscience. Journal, Uberlândia**, v. 28, p. 527-536, 2012.
- FARRET, I. S.; SCHLOSSER, J. F.; DURIGON, R.; WERNER, V.; KNOB, M. Variação da regulagem no perfil transversal de aplicação com distribuidores centrífugos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1886-1892, 2008.
- GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
- GONÇALVES, A. O.; MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L. A. A. ADULANÇO 2.0: software para análise de distribuição transversal. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Lavras, v. 5, p. 42-48, 2003.
- HACHUY, L. **Desempenho de uma distribuidora a lanço com dois tipos de produtos aplicados em diferentes posições de aletas nos discos**. 2008. 60 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia Energia na Agricultura) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

ISO. **Equipment for distributing fertilizers: Test methods - Part 1: Full width fertilizer distributors.** Gêneve, 1985. 5 p. (ISO Standard 5690/1).

LAGHARI, M.; LAGHARI, N.; SHAH, A. R.; CHANDIO, F. A. Calibration and performance of tractor mounted rotary fertilizer spreader. **International Journal of Advanced Research**, Sindh, v. 2, p. 839-846, 2014.

MOLIN, J. P.; MACHADO, T. M.; MAGALHAES, R. P.; FAULIN, G. D. C. Segregação de fertilizantes aplicados a lanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, p. 614-622, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162009000400011>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

PORTELLA, J. A.; BATISTA, D. G. Teste eletrônico. **Cultivar Máquinas**, Não Me Toque. n. 118, p.12-14, 2012.

REYNALDO, E. F.; GAMERO, C. A. Avaliação de mecanismos dosadores de fertilizantes helicoidais em ângulo de nivelamento longitudinal e transversal. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, p. 125-136, 2015.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 59-78.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; NOVAIS, R. F.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; FILHO, J. L. S. Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo para o algodoeiro no cerrado da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, p. 537-543, 2012.