



## MONITORAMENTO DA SEMEADURA DE SOJA COM DIFERENTES SENSORES ÓPTICOS DE LED

Tiago Pereira da Silva Correia<sup>1</sup>, Saulo Fernando Gomes Sousa<sup>2</sup>, Leandro Augusto Felix Tavares<sup>3</sup>, Patrícia Pereira Dias<sup>4</sup> & Paulo Roberto Arbex Silva<sup>5</sup>

**RESUMO:** As tecnologias de informação estão amplamente difundidas na agricultura, ocupando espaço em diversas áreas de produção. Na semeadura mecanizada não é diferente, monitores e sensores auxiliam a operação em busca de melhor eficiência produtiva, operacional e econômica. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de sensores ópticos equipados com quatro e três Light Emitting Diode (LED's) na semeadura de soja em diferentes velocidades e densidades de semeadura. O trabalho foi realizado em área experimental do grupo de plantio direto da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu/SP, e os fatores utilizados para composição dos tratamentos foram: dois sensores (com 3 e 4 LED's), três velocidades (4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>) e três densidades de semeadura (10, 15 e 20 sementes por metro). A semeadura do experimento foi realizada utilizando uma semeadora-adubadora pneumática com sete linhas de semeadura, tracionada por um trator de pneus com 82,02 kW de potência no motor. Em cada linha de semeadura da máquina foi instalado um sensor de LED's, posicionados no terço médio do tubo condutor de sementes. A metodologia desenvolvida para coleta das sementes utilizou embalagens plásticas amarradas com abraçadeiras de nylon na saída dos tubos condutores, sendo as sementes coletadas contadas por um contador automatizado modelo Seedburo 801 *count-a-pak* e pelo monitor de bordo modelo MPA2500 instalado na cabine do trator. O delineamento adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições e em esquema fatorial duplo, sendo comparados separadamente o fator sensores × Velocidades; sensores × densidade de semeadura e velocidade × densidade de semeadura, totalizando 126 parcelas experimentais. Os resultados obtidos indicaram que o sensor com três e quatro LED's possuem eficiência similar se submetidos a velocidade de semeadura de 4 e 8 km h<sup>-1</sup>. Em condição de alta densidade de semeadura, o aumento da velocidade de semeadura reduz a eficiência do sensor óptico de três LED's.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dosagem, Monitor de semeadura, Plantabilidade, Semeadura.

### MONITORING OF SOYBEAN SOWING WITH DIFFERENT OPTICAL LED SENSORS

**ABSTRACT:** Information technologies are widely diffused in agriculture, taking up space in several areas of production. In mechanized sowing, it is no different, monitors and sensors help the operation in search of better productive, operational and economic efficiency. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the efficiency of optical sensors equipped with four and three Light Emitting Diode (LED) in soybean sowing at different speeds and seeding densities. The experiment was carried out in experimental area of the no-tillage group of Botucatu/SP College of Agronomic Sciences, and the factors used to compose the treatments were: two sensors (with 3 and 4 LEDs), three speeds (4, 8 and 12 Km h<sup>-1</sup>) and three sowing densities (10, 15 and 20 seeds per meter). The sowing of the experiment area was performed using a pneumatic seeder with seven rows of sowing, driven by a tractor of tires with 82,02 kW of power in the engine. A LED sensor was installed in each seeding line of the machine and positioned in the middle third of the seed conductor tube. Plastic packages tied with nylon clamps at the exit of the conductive tubes were used to collected seeds, counted by an automated counter model Seedburo 801 *count-a-pak* and data storage by the on-board monitor model MPA2500. The experiment design was completely randomized blocks, with four replications in a double factorial scheme, comparing separately the following factors, sensors × velocities; sensors × seeding density, and speed × seeding density, Totaling 126 experimental plots. The results obtained indicated that the sensor with three and four LEDs have similar efficiency when submitted to sowing speed of 4 and 8 km h<sup>-1</sup>. In high sowing density, increasing sowing speed reduces the efficiency of the sensor with three LEDs.

**KEYWORDS:** Dosage, Plantability, Seeder, Seeding monitor.

## 1 INTRODUÇÃO

As inovações em tecnologia da informação e automação vem sendo amplamente utilizadas na mecanização

agrícola. Segundo MOLIN et al. (2010) o uso de tecnologias embarcadas em máquinas agrícolas auxilia consideravelmente no gerenciamento das operações e tomadas de decisão por parte dos profissionais envolvidos, sendo opção para modernização e otimização da frota brasileira de máquinas e implementos agrícolas.

De acordo com ALVARENGA et al. (2013), o uso de sensores e monitores tem surgido como alternativas promissoras para o desenvolvimento tecnológico das

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. E-mail: tiagocorreia@unb.br

<sup>2, 4</sup> Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp de Botucatu/SP. E-mail: saulofere@hotmail.com ; eng.amb.patricia@gmail.com

<sup>3</sup> UFVJM, campus de Unai/MG. E-mail: leandro.tavares@ufvjm.edu.br

<sup>5</sup> Faculdade de Ciências Agronômicas - Unesp de Botucatu/SP. E-mail: arbex@fca.unesp.br

operações agrícolas, dentre elas a semeadura. Segundo os autores, dispositivos sensores de pequeno porte, ligados por fios ou conexão sem fios, podem monitorar a operação agrícola a partir de dados transmitidos e processados em alta velocidade. As informações fornecidas por esses sensores permitem racionalizar e extrair o máximo potencial produtivo de sementes, fertilizantes, defensivos e da própria máquina (UMEZU & CAPPELLI, 2006; MOLIN, AMARAL e COLAÇO 2015).

Sensores de semeadura atuam com objetivo principal de controlar velocidade e sobretudo a população de sementes dosadas e distribuídas no solo. Instalados no tubo condutor de sementes da semeadora-adubadora, realizam a leitura do fluxo de sementes dosadas e emitem a informação para um monitor, geralmente instalado na cabine de operação do trator. As informações em tempo real sobre a correta ou incorreta semeadura, permite ao operador realizar regulagens e ajustes em tempo hábil de evitar falhas.

Em tratores de rodas, ANTUNIASSI, FIGUEIREDO e GADANHA JUNIOR (2001) relataram que os sensores de velocidade mais utilizados eram baseados em radares ou sensores ópticos. No sensoriamento de semeadura, os ópticos tem sido mais utilizados, constituídos em sua maioria por dois pares de Light Emitting Diode (LED). Segundo CARNEIRO & BARBERO (2014), as vantagens dos sensores ópticos estão associadas às propriedades de imune interferência eletromagnética e ruidosa, ao baixo custo e consumo elétrico, sendo soluções viáveis quando implantados em sistemas de monitoramento, nos quais vários dispositivos são monitorados simultaneamente, como ocorre nas semeadoras-adubadoras.

Para a obtenção de sucesso produtivo em culturas graníferas, principalmente milho, ALBIERO et al. (2012) descrevem ser fundamental a adequada distribuição longitudinal das sementes e profundidade de deposição das mesmas no sulco de semeadura. Além disso, BOTTEGA et al. (2014) e REYNALDO et al. (2016), citam o ajuste da velocidade de semeadura como fator importante para a obtenção de estande correto e uniforme de plantas. Segundo TROGELLO et al. (2013) e TEIXEIRA, REIS e MACHADO (2013), o aumento da velocidade de deslocamento da semeadora aumenta índices de distribuição de sementes falhas e duplas, compreendidos pelo consequente aumento da velocidade periférica do disco dosador.

De acordo diversos autores, dentre eles SCHUCH & PESKE (2012), MODOLO et al. (2012) e BERTELLI et al. (2016), a semeadura é uma das etapas que exigem maior perfeição em sua execução, pois pode comprometer a produtividade e rentabilidade da atividade agrícola. É notório que o uso de sensores pode auxiliar na perfeição da semeadura, assim como, para a indústria de sensores a rentabilidade também é fundamental, sendo desafio fornecer produtos eficientes e com reduzido custo de produção.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de sensores ópticos equipados com quatro e

três LED's na semeadura de soja em diferentes velocidades e densidades de semeadura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área experimental do grupo de plantio direto (GPD) da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu-SP, no ano agrícola 2014/15. Os fatores utilizados para composição dos tratamentos foram: dois tipos de sensores de LED's, sendo com três e quatro LED's; três velocidades de semeadura, 4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>; e três densidades de semeadura (10, 15 e 20 sementes por metro).

O delineamento adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com seis repetições, em esquema fatorial duplo para facilitar o entendimento dos dados, onde foram comparados separadamente os fatores sensores x velocidades; sensores x densidade de semeadura e velocidades x densidade de semeadura, totalizando 126 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi dimensionada com 20 m de comprimento e quatro metros de largura.

A área experimental continha em média 8,2 t ha<sup>-1</sup> de palhada de milho e aveia preta na superfície do solo, oriundas da colheita mecanizada dos grãos, declividade média de 5% e teor de água no solo de 21%. De acordo com análise física realizada o solo da área possui distribuição granulométrica com 523, 227 e 250 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia respectivamente.

As sementes utilizadas no experimento foram da cultivar de soja 5D688 e a semeadora-adubadora utilizada para semeadura foi a pneumática modelo Exacta Air 2980PD, equipada com sulcador do tipo disco duplo desencontrado, sete linhas de semeadura espaçadas em 0,45 m, e em cada linha um cabo elétrico com conector para instalação de sensor. O trator utilizado para tracionar a semeadora-adubadora foi o modelo NH TM110, com 82,02 kW (110cv) de potência no motor, equipado na cabine com monitor de semeadura modelo MPA2500.

Os sensores utilizados foram do tipo óptico reflexivo fototransistor modelo CRT5000, um com três Light Emitting Diode (LED's) e outro com quatro. Conforme indicações do fabricante, cada LED dos sensores possui 5 mm de diâmetro, capacidade de leitura de 1 a 6,6 sementes por milissegundos (equivalente a até 150 sementes por segundo), e em velocidade de fluxo de até 12 m s<sup>-1</sup>.

Foi instalado um sensor por linha de semeadura da semeadora-adubadora, posicionados no terço médio do tubo condutor de sementes (Figura 1), em furações com diâmetro de 19 mm. Nas linhas de semeadura 3, 5 e 7 foram instalados sensores de três LED's e nas linhas 2, 4 e 6 instalados sensores de quatro LED's, enumeradas do lado esquerdo para o direito da semeadora-adubadora. A primeira linha foi descartada para que ambos tipos de sensores obtivessem mesmo número de repetições.

A metodologia desenvolvida para coleta das sementes utilizou embalagens plásticas amarradas com abraçadeiras de nylon na saída dos tubos condutores de

semente (Figura 1). As embalagens foram identificadas com nome do tratamento, número da linha de semeadura e repetição. Cada repetição foi composta pela coleta de sementes em 20 m de comprimento do talhão.



**Figura 1.** Coleta de sementes com embalagem plástica e sensor óptico.

Para contagem das sementes coletadas nas embalagens plásticas foi utilizado um contador de sementes modelo Seedburo 801 *count-a-pak* (Figura 2).



**Figura 2.** Contagem das sementes coletadas na embalagem plástica.

Ao final da contagem os dados entre o número de sementes coletadas na saída dos tubos condutores e a contagem realizada pelos sensores e registrada no monitor MPA2500, foram comparadas individualmente por linha de semeadura.

A eficiência dos sensores para a contagem de sementes foi dada por meio da Equação 1, sendo o resultado dado em porcentagem.

$$E = (C_m / C_e) \times 100 \quad (1)$$

Em que,  $E$  é a eficiência, dada em porcentagem;  $C_m$  é a contagem de sementes pelo sensor e indicada no monitor; e  $C_e$  é a contagem de sementes coletadas na embalagem.

A análise estatística dos dados foi realizada submetendo-os ao teste de normalidade e posteriormente a análise de variância (ANOVA), sendo realizado o teste de

comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, quando houve significância. A análise foi realizada utilizando o software estatístico ASSISTAT.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme demonstra a Tabela 1, em que são comparados os fatores sensores e velocidade de semeadura, não foram verificadas diferenças no percentual de eficiência.

**Tabela 1 - Média percentual da eficiência dos sensores em função das velocidades de semeadura**

Sensor	Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
	4	8	12	Média
4 LED's	94,4	94,1	94,5	94,3
3 LED's	93,0	93,6	92,3	92,9
Média	93,7	93,8	93,4	
DMS linha				1,2
DMS coluna				1,7
CV (%)				5,39

A ausência de letras indica que não houve diferença entre tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

Entre si e nas diferentes velocidades de semeadura utilizadas, os sensores apresentaram igualdade de eficiência para a contagem de sementes de soja. A eficiência média do sensor de 3 LED's foi de 94,3% e do sensor de 4 LED's 92,9%. Da menor para a maior velocidade de semeadura, a eficiência média dos sensores foi de 93,7; 93,8 e 93,4%.

Baseando-se nos resultados é possível discutir que o número de LED's nos sensores não influencia a eficiência de leitura de sementes pelos mesmos. A eficiência dos sensores deve-se a velocidade e tempo de leitura do LED, que é de até 6,6 sementes por milissegundos. Essa velocidade de leitura que proporciona ao sensor contabilizar o elevado número de sementes de soja que passam em fluxo pelo tubo condutor da semeadora-adubadora, mesmo em maior velocidade de semeadura.

A eficiência do sensor em função do número de LED's possivelmente está relacionada ao espectro de luz que cobre a área interna de espessura do tubo condutor de sementes. Essa tende a ser maior quando maior o número de LED's, pois será maior o número de feixes de luz emitidos.

Comparando os fatores sensores e densidade de semeadura indicados na Tabela 2, foi verificada menor eficiência apenas do sensor de 3 LED's na densidade 20 sementes por metro.

**Tabela 2 - Média percentual da eficiência dos sensores em função das densidades de semeadura**

Sensor	Densidade (sementes m <sup>-1</sup> )			
	10	15	20	Média
4 LED's	95,2 aA	94,4 aA	93,8 aA	94,8
3 LED's	93,0 aA	93,6 aA	88,3 bB	92,1
Média	94,09	94,0	91,0	
DMS linha	1,10			
DMS coluna	2,05			
CV (%)	5,11			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

A eficiência de contagem deste tratamento foi de 88,3%, sendo 5,5% menor que a obtida com sensor de 4 LED's na mesma densidade de semeadura. O resultado obtido pode ser compreendido devido à maior densidade de semeadura, o que resulta em maior fluxo de sementes passando pelo sensor em um mesmo intervalo de tempo entre elas. Em suma ocorre a passagem de duas sementes sobrepostas pelo feixe de luzes do sensor, contabilizadas como sendo uma, reduzindo a eficiência do sensor de três LED's.

Ineficiência em identificar duas sementes que passam pelo sensor em intervalos de tempos praticamente igual ocorre devido o menor espectro de feixes de luz emitidos por menor número de LED's. Quando maior a densidade de semeadura (20 sementes m<sup>-1</sup>) o fluxo de sementes foi correspondente a 66 sementes por segundo, ou seja, o intervalo de passagem entre elas pelo sensor foi de 15 milissegundos, sendo interpretadas como sendo uma única semente.

Nos demais tratamentos a eficiência de contagem foi semelhante, apresentando percentuais superiores a 93%.

Os resultados de interação entre os fatores velocidade e densidade de semeadura, para a eficiência do sensor de 3 LED's, são apresentados na Tabela 3. Os resultados indicam que a maior densidade (20 sementes por metro) e velocidade de semeadura de 12 km h<sup>-1</sup> proporcionam menor eficiência ao sensor 3 LED's.

**Tabela 3 - Interação entre velocidade e densidade de semeadura utilizando sensor 3 LED's**

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Densidade (sementes m <sup>-1</sup> )			
	10	15	20	Média
4	90,3 aA	89,1 bA	88,3 aA	89,8
8	89,9 aAB	93,0 aA	89,1 aB	90,9
12	91,0 aA	90,5 abA	81,5 bB	88,5

Média	90,4	90,9	86,3
DMS linha	3,35		
DMS coluna	3,68		
CV (%)	3,86		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

A interação entre maior velocidade e densidade resultou eficiência de 81,5% ao sensor, sendo 6,8 e 7,6% menor que as obtidas nas interações entre densidade de 20 sementes por metro com velocidades de 4 e 8 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em relação ao fator velocidade, as densidades de semeadura de 10 e 15 sementes por metro não influenciaram a eficiência do sensor. Entretanto, na semeadura a 12 km h<sup>-1</sup> a maior densidade reduziu a eficiência, tornando-a 9,5 e 9% menor que quando utilizada densidade de 10 e 15 sementes por metro. Para o sensor 3 LED's as demais interações entre densidade e velocidade de semeadura não resultaram em diferenças.

A perda de eficiência do sensor a partir do aumento de velocidade e densidade de semeadura pode ser compreendida pela relação sementes por segundo dosadas e conduzidas pelo tubo condutor. A semeadura da soja a 12 km h<sup>-1</sup> e densidade de 20 sementes por metro, equivale a dosagem de 66,6 sementes por segundo, sendo individualmente eliminadas no tubo condutor em intervalos de 0,015 segundo, o mesmo que um centésimo de segundo.

Este restrito intervalo de tempo, possivelmente dificulta a leitura das sementes pelo sensor, ou propicia uma única leitura para duas sementes, reduzindo a eficiência de contagem. Em relação a velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, mantendo-se a mesma densidade (20 sementes por metro), a dosagem de sementes por segundo reduz em 33,3%, sendo de 44,4 sementes por segundo, espaçadas em 0,02 segundo no tubo condutor, elevando a eficiência do sensor em 8,4%. Em relação a redução de densidade de semeadura para 15 sementes por metro e velocidade a 8 km h<sup>-1</sup>, a eficiência do sensor seria 11,5% maior.

O aumento da velocidade como razão para possível perda de eficiência do sensor condiz com o descrito por MANTOVANI, CRUZ e OLIVEIRA (2015). Os autores afirmam que o aumento da velocidade aumenta o número de falhas na semeadura de milho, certificando que velocidade elevada somente somam ineficiências à semeadura.

Os resultados de interação entre os fatores velocidade e densidade de semeadura, para a eficiência do sensor 4 LED's, são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 - Interação entre velocidade e densidade de semeadura utilizando sensor 4 LED's.**

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Densidade (sementes m <sup>-1</sup> )			
	10	15	20	Média
4	98,1 aA	97,6 aA	97,2 aA	97,7
8	97,2 aA	96,5 aA	96,9 aA	96,9
12	98,1 aA	97,4 aA	96,2 aA	97,4
Média	97,8	97,2	96,4	
DMS linha				1,27
DMS coluna				1,00
CV (%)				2,14

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa. CV = coeficiente de variação.

Os resultados demonstram não haver diferenças na eficiência do sensor 4 LED's em função de interações entre velocidade e densidade de semeadura. A eficiência do sensor nos diferentes tratamentos foi acima de 96%, caracterizando-se como item confiável para obtenção de adequada população de sementes na semeadura de soja. Além disso, o sensor 4 LED's pode proporcionar maior desempenho operacional da semeadura, pois mesmo em maior velocidade, realiza com eficiência a contagem das sementes.

Presença de palhada, poeira e lama podem ser possíveis fatores indutores de falhas de leitura pelos sensores, entretanto nos resultados do trabalho não foram verificadas influências destes.

#### 4 CONCLUSÃO

Na semeadura de soja, sensor com três e quatro LED's possuem eficiência similar se submetidos à velocidade de semeadura de 4 e 8 km h<sup>-1</sup>. Em condição de alta densidade de semeadura, o aumento da velocidade de semeadura reduz a eficiência do sensor óptico de três LED's.

#### 5 REFERENCIAS

ALBIERO, D.; MACIEL, A.J.S.; MILAN, M.; MONTEIRO, L.A.; MION, R.L. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.43, n.1, p.86-95, 2012.

ALVARENGA, C.B.; TEIXEIRA, M.M.; ZOLNIER, S.; SASAKI, R.S.; RINALDI, P.C.N. Controle automático do espectro de gotas de pulverizador hidropneumático em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar.

**Pesquisa agropecuária tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 26-33, 2013.

ANTUNIASSI, U.R.; FIGUEIREDO, Z.N.; GADANHA JUNIOR, C.D. Avaliação de sensores de velocidade em função do tipo de superfície e direção de deslocamento do trator. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.74-81, 2001.

BERTELLI, G.A.; JADOSKI, S.O.; DA LUZ DOLATO, M.; RAMPIM, L.; MAGGI, M. F. Plantability performance of pneumatic seeders in the soybean culture implantation in the Piauí cerrado-Brasil. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v.9, n.1, p.91-103, 2016.

BOTTEGA, E.L.; ROSOLEM, D.H.; OLIVEIRA NETO, A.M.; PIAZZETTA, H.L.; GUERRA, N. Qualidade da semeadura do milho em função do sistema dosador de sementes e velocidades de operação. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.7, n.1, p.107-114, 2014.

CARNEIRO, A.C.; BARBERO, A.P.L. princípio de funcionamento dos sensores ópticos baseados em grades em fibras ópticas e sua importância nas diferentes áreas tecnológicas. **Engevista**, Niterói, v.16, n.4, p.389-403, 2014.

MANTOVANI, E.C.; CRUZ, J.C.; OLIVEIRA, A.C. Avaliação em campo de uma semeadora-adubadora para semeadura de milho de alta densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.14, n.1, p.38-48, 2015.

MODELO, A.J.; TROGELLO, E.; PAGLIOSA, E.S.; DALLACORT, R.; KOLLING, E.M.; SGARBOSSA, M. Seeding quality and soybean yields from using different furrowers and operation speeds. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.3009-3016, 2012.

MOLIN, J. P.; FRASSON, F. R.; AMARAL, L. R.; POVH, F. P.; SALVI, J. V. Capacidade de um sensor ótico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.1, p.1345-1349, 2010.

MOLIN, J.P.; DO AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2015, 238p.

REYNALDO, E.F.; MACHADO, T.M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.24 n.1, p.63-67, 2016.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Falhas e duplos na produtividade. **Revista SEED News**, Pelotas, RS, n.6, 2012.

TEIXEIRA, S.S.; REIS, A.V.; MACHADO, A.L.T. Longitudinal distribution of bean seeds in horizontal plate meter operating with one or two seed outlets. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 569-574, 2013.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.1, p.101-109, 2013.

UMEZU, C.K.; CAPPELLI, N.L. Desenvolvimento e avaliação de um controlador eletrônico para equipamentos de aplicação de insumos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.225-230, 2006.