



## **MILHO: SEMEADORAS -ADUBADORAS PARA SISTEMA PLANTIO DIRETO COM QUALIDADE<sup>1</sup>**

**RUBENS SIQUEIRA<sup>2</sup>**

### **1- APRESENTAÇÃO**

Máquinas e implementos desempenham papel fundamental na agricultura. Especificamente, através das semeadoras-adubadoras são criadas as condições para que a semeadura do milho seja feita de maneira adequada. No presente texto são apresentados e discutidos fatores que interferem na qualidade da semeadura, já que o sucesso da cultura está relacionado com sua correta implantação. Assim, o entendimento de uma semeadora-adubadora quanto aos seus sistemas, regulagens, corte das coberturas e retorno do solo e das palhas após abertura do sulco de semeadura tornam-se imprescindíveis para a obtenção de altas rentabilidades na cultura, permitindo ainda diferenciar produtores.

Este texto mostra que é possível, com o conhecimento e treinamento, introduzir a cultura do milho para que ela expresse seu potencial genético de acordo com práticas e critérios que facilitem o desenvolvimento da cultura e de conservação do solo e da água, além da economia de energia.

### **2- ANTECEDENDO A SEMEADURA**

A manutenção de resíduos na superfície do solo, provenientes de restos de culturas ou de plantas de cobertura, é uma das formas de manejo que pode diminuir a

---

<sup>1</sup> Textos extraídos e adaptados das palestras apresentadas no IX Seminário Nacional de Milho Safrinha (Dourados- MS, novembro de 2007) e no XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo (Londrina-PR, setembro de 2008).

<sup>2</sup> Pesquisador do IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná). Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, Caixa Postal 481, 86001-970, Londrina-PR, e-mail: siqueira@iapar.br



erosão hídrica, impedindo, em uma fase inicial, a desagregação da estrutura do solo devido ao impacto das gotas de chuvas.

O manejo das plantas de cobertura e dos resíduos culturais tem como objetivo tornar apto o terreno para implantação e manejo da cultura subsequente. Desta forma, por exemplo, se não houver fragmentação ou se os restos estiverem mal distribuídos, as plantas daninhas são protegidas da pulverização de herbicidas de manejo ou ocorre diminuição da eficiência dos residuais. Se não houver manejo da cobertura pode ocorrer, também, embuchamentos em semeadoras de plantio direto, particularmente quando se utiliza culturas com menores espaçamentos. Isto indica que o manejo das culturas deve visar à viabilização das operações envolvidas na conservação do solo, podendo ter a finalidade de reduzir o comprimento das coberturas vegetais e distribuí-las uniformemente na superfície do solo, permitindo melhores condições para a semeadura das culturas ou proporcionando o dessecamento uniforme da vegetação, importante no caso da semeadura direta.

Não há, obrigatoriamente, necessidade de manejo mecânico das vegetações. Assim, a utilização correta do distribuidor e picador de palhas em colhedoras (deposição na largura de corte de sua plataforma) tem grande importância no plantio direto, pois com a utilização do dispositivo, os resíduos culturais podem ser distribuídos mais uniformemente na superfície do solo.

O manejo das plantas de cobertura e de resíduos culturais deve considerar sempre o tempo de permanência dos resíduos sobre a superfície do solo, ciclos e estágio fenológico das culturas e das plantas de cobertura, necessidades de corte ou não da palha, possibilidades de liberação de aleloquímicos, infestação por plantas daninhas, condições climáticas da região e liberação de nutrientes (imobilização ou mineralização), teor de água no solo no momento do manejo, presença de sulcos nas áreas a serem trabalhadas, sentido de deslocamento do equipamento e direção do acamamento, entre outros (Siqueira & Casão Jr., 2004).



A escolha de determinado método está na dependência da espécie a ser manejada e do grau de decomposição da cobertura vegetal pretendida.

### **3- SEMEADORAS-ADUBADORAS DE PLANTIO DIRETO**

As semeadoras-adubadoras de plantio direto são máquinas que realizam a implantação de culturas anuais através da semeadura em terrenos onde não foi realizado o preparo periódico do solo e com a presença de cobertura vegetal. Mobilizam o mínimo necessário o solo, apenas nas linhas de semeadura. Assim, é possível realizar a semeadura logo após a colheita da cultura anterior. Normalmente as unidades das semeadoras são conjugadas as unidades adubadoras, daí o nome semeadora-adubadora.

São denominadas semeadoras de precisão as máquinas que realizam a semeadura e adubação de culturas de sementes graúdas, como o milho, cujas sementes são depositadas, uma a uma. A distância entre as sementes é teoricamente uniforme, sendo resultante do mecanismo dosador-distribuidor e do deslocamento da máquina. A variação do número de sementes na linha deve ser pequena. No entanto, não existe uma precisão na colocação, ocorrendo variações nas posições das sementes na linha.

Problemas quanto ao desempenho e alta resistência à penetração dos componentes rompedores têm exigido constante adaptação das máquinas. Assim, são frequentes o corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura inadequada dos sulcos, aderência do solo aos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura deficiente do sulco de semeadura e contato inadequado do solo sobre as sementes. Muitos destes problemas podem estar associados à falta de treinamento dos operadores e ao desconhecimento do potencial das máquinas. Assim, cuidados com regulagens, corte das coberturas e retorno do solo e das palhas após abertura do sulco de semeadura tornam-se importantes. O entendimento dos fatores que afetam a semeadura facilita a compreensão do



funcionamento de uma semeadora, visando-se obter um bom desempenho na implantação das culturas.

Uma semeadora-adubadora de precisão é composta por chassi ou barra porta-ferramenta, sistema de engate e acoplamento ao trator, sistema de transporte, reservatórios para sementes e fertilizante, sistema de acionamento e transmissão, sistemas de dosagem e distribuição de sementes e fertilizante, unidades de semeadura, marcadores de linha e estribos. As unidades de semeadura são constituídas por unidade de corte da vegetação, abridores de sulco para fertilizante, abridores de sulco para sementes, sistema de controle de profundidade de sulcos para sementes, sistema de aterramento do sulco e sistema de compactação do solo sobre as sementes.

Em alguns modelos de semeadoras-adubadoras, o chassi possui um sistema de paralelogramo (pantógrafo) com duas barras verticais, uma fixa e outra articulada e duas horizontais paralelas articuladas, permitindo à unidade semeadora seguir com maior facilidade as irregularidades do terreno, assegurando uniformidade no posicionamento dos sulcadores, mantendo a profundidade do sulco de fertilizante e a colocação das sementes, uma vez que as unidades só se deslocam paralelamente à superfície do terreno. Deste modo, este sistema permite a ‘flutuação’ das linhas, mantendo o ângulo de ataque da haste ou o ângulo de convergência dos discos duplos.

Independentemente do tipo, número de linhas, força de tração ou potência utilizada, uma semeadora-adubadora de plantio direto, conforme Siqueira & Casão Jr, 2004 deve:

- Cortar a palha;
- Abrir sulco com pequena remoção de solo e palhas;
- Dosar fertilizante e sementes;
- Depositar fertilizante e sementes em profundidades adequadas;
- Cobrir sementes com solo e palha;
- Compactar solo lateralmente à semente.



### 3.1- Sistema de corte

Os discos cortam a palha e abrem um sulco, sobre o qual os outros componentes trabalharão. Os mais utilizados são os lisos, com diâmetro entre 18” e 20”. Quanto maior seu diâmetro, maior é a força necessária para que ele penetre no solo, em razão da sua maior área de contato. No entanto, têm a vantagem de passarem sobre a vegetação e apresentarem menores problemas de embuchamento (Casão Jr & Siqueira, 2006).

O disco de corte de 18” possui maior poder de corte e melhor desempenho em solos argilosos e compactados, onde há dificuldades de penetração, mas pode ter problemas de desempenho em grandes quantidades de palhas. Em solos mais leves, que ofereçam baixa resistência, recomenda-se a utilização do disco de maior diâmetro.

Os discos de corte foram projetados e devem ser regulados apenas para o corte da palha, não ultrapassando a profundidade superior a 6 cm. Preferencialmente devem ser dotados de movimentos laterais, além das regulagens verticais. Quanto mais fundo, maior é a mobilização indesejável do solo. Por outro lado, o excesso de pressão faz com que o disco apenas empurre a palha para o fundo do sulco, não cortando adequadamente o material vegetal e provocando o “encestamento” das sementes. O uso dos discos de corte, em “zig zag” também ajuda evitar embuchamentos; quanto maior o desencontro das linhas, maior é o fluxo de palha entre os sulcadores.

O corte da palha está relacionado com as condições do solo, da palha e da semeadora. Para o adequado corte, o solo deve ser um anteparo à ação do disco de corte e as coberturas devem estar verdes ou secas, já que aquelas que se encontram murchas apresentam maior resistência ao corte. Corte deficiente resultará em acúmulo de material nos sulcadores, o que, por sua vez, acarretará problemas na deposição de sementes e



fertilizante no sulco. Dificuldades de penetração dos discos de corte devem ser solucionadas ajustando-se sua posição (altura) e a pressão das molas.

Assim, semeadoras-adubadoras que não apresentam sistemas adequados que facilitem o corte das palhas, levam ao embuchamento, que têm sido uma das principais reclamações dos produtores (Tabela 1), ocasionando paradas constantes da máquina e reduzindo o desempenho operacional. Além disto, no embuchamento, ocorre enleiramento das palhadas, implicando em maiores perdas de germinação, em maior infestação do terreno por plantas daninhas, problemas na deposição de fertilizante e sementes, além de falhas na cobertura das sementes.

O embuchamento pode ser evitado ainda, se houver espaço suficiente (vão livre) entre o disco de corte e o sulcador, de modo que a palhada que eventualmente acumule entre os mesmos tenha uma área de escape. Máquinas com baixa altura entre o chassi e o solo podem também facilitar o embuchamento, pela falta de espaço para escoamento da palhada. Componentes de ataque ao solo montados de forma desencontrada ou em “zig-zag”, evitando que a palha se junte aos mecanismos, também fazem com que haja menores problemas com embuchamentos.

A aderência de solos nos sulcadores (disco de corte, haste ou disco duplo) é tanto maior quanto maiores forem os teores de argila e água. Esta agregação de solo facilita a aderência de palhas, além de formarem sulcos mais largos e aumentar a mobilização de solo, também ocasionando embuchamentos.



**Tabela 1** - Problemas do sistema plantio direto relatados por produtores e técnicos de 15 municípios lindeiros ao Lago Itaipu (Siqueira & Casão Jr, 2006).

Problemas	Agricultores		Técnicos	
	Número	%	Número	%
Capacitação	7	0,5	18	5,2
Potência exigida	29	2,0	8	2,3
Profundidade semente	31	2,1	14	4,0
Alta exposição do solo	41	2,8	18	5,2
Custo	53	3,6	10	2,9
Distribuição de semente	54	3,7	13	3,7
Regulagem	58	4,0	18	5,2
Cobertura do solo	77	5,3	40	11,5
Aterramento	82	5,6	8	2,3
Plantas daninhas	90	6,2	24	6,9
Maquinário	94	6,4	29	8,3
Rotação de culturas	128	8,8	40	11,5
Umidade elevada	172	11,8	17	4,9
Embuchamento	180	12,3	22	6,3
Compactação	363	24,9	69	19,8
Total	1459	100	348	100





### **3.2- Sistema de abertura de sulcos**

A abertura de sulcos é realizada através dos sulcadores, que podem ser discos duplos e por hastes.

Os principais fatores que afetam o desempenho dos sulcadores são seu projeto, a textura, densidade e resistência à penetração do solo, a quantidade de palhas e a pressão exercida pela semeadora.

As hastes, também chamadas de facas ou facões, são ferramentas planas com superfícies de formatos variados (reto, inclinado ou parabólico), possuindo na extremidade ponteadas, geralmente em forma de "cunha", cuja função é cortar e penetrar o solo e possuindo, na sua parte posterior, tubos condutores, geralmente de fertilizante, que são depositados a maiores profundidades que as sementes. Apresentam maiores capacidades de penetração e maior variabilidade da profundidade dos sulcos em relação aos discos duplos, no entanto necessitam da colocação de um disco de corte frontal para um desempenho satisfatório, evitando embuchamentos.

O sulco aberto pelos rompedores de solo deve ser fechado, sendo novamente aberto para a deposição de sementes na profundidade apropriada. Normalmente o sulco é parcialmente fechado pela própria inércia do solo que foi movimentado, retornando certa quantidade ao sulco novamente. Assim, recomenda-se que a distância entre a haste e os discos duplos não seja inferior a 30 cm. Em solos siltosos e argilosos úmidos, com vegetações que dificultam o fechamento do sulco, é recomendável o uso de um dispositivo aterrador ou pelo menos destorroador (Casão Jr & Siqueira, 2006).

Em algumas regiões, o uso de sulcadores do tipo haste nas semeadoras diretas tem se generalizado como alternativa para romper a compactação superficial dos solos, que se constitui uma das principais restrições para a expansão do sistema.





A maior profundidade de trabalho das hastes em relação aos discos duplos causa mobilização mais intensa de solo (Figura 1) e exige maior esforço de tração e potência dos tratores. A operação de semeadura com hastes no plantio direto pode apresentar, ainda, deficiências quanto à cobertura e compactação de solo sobre as sementes. As hastes mais largas abrem demasiadamente o sulco, reduzindo a cobertura morta sobre o terreno e prejudicando a implantação das culturas em função de maiores perdas de água por evaporação. As mais estreitas apresentam sulcos menores e com mais palha na linha.



Figura 1- Mobilização do solo na linha de semeadura com hastes (esquerda) e discos duplos.

Na semeadura com hastes, em função da maior profundidade de trabalho, os efeitos da deficiência de água para germinação e emergência de plantas são menores durante veranicos, onde lavouras semeadas com hastes sulcadoras apresentam emergência de plantas superior à semeadura com discos duplos. Assim, a implantação de uma lavoura com semeadora com discos duplos apresenta muitos riscos nos solos com textura muito argilosa, pois, devido à grande resistência destes solos, os discos não conseguem aprofundar e as sementes são depositadas à baixa profundidade e muito próximas do fertilizante. Além disto, os discos apresentam maiores exigências de manutenção e são de custos mais elevados.



A correta regulagem da profundidade das hastes e a escolha do teor adequado de água no solo (Tabela 2) podem resultar em menores mobilizações do solo. O menor teor de água no solo e a maior profundidade apresentam maior área de solo mobilizado.

**TABELA 2** - Profundidades média (Méd) e máxima (Máx), largura do sulco (L), empolamento (E) e área de solo mobilizado (Am) na avaliação de duas hastes sulcadoras (H), em dois teores de água no solo (U) e duas profundidades de trabalho (P) \*. Fonte: Oliveira et al., 2000.

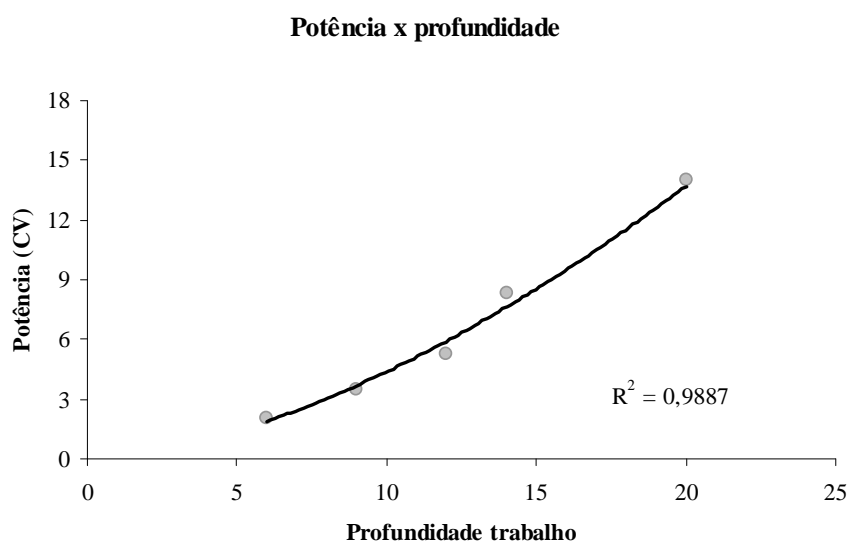
Fator	Variáveis				
	Méd	Máx	L	E	Am
	cm	cm	cm	%	cm <sup>2</sup>
H 1	5,3	10,4	32,2	37,5 a	257,6
H 2	5,0	10,2	29,8	25,8 b	195,0
U 1	4,9	9,7	28,9 b	32,9	197,4 b
U 2	5,4	10,9	33,1 a	30,4	255,2 a
P 1	4,0 b	7,5 b	25,9 b	17,6 b	120,7 b
P 2	6,3 a	13,2 a	36,1 a	45,7 a	331,9 a

\*Em cada coluna e para cada fator, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Verificou-se, por exemplo, que, aumentando a profundidade de 12 para 20 cm (Figura 2), ocorreram aumentos na força de tração de 170 para 465 kgf



(aproximadamente 180%), o que representa aproximadamente 5,4 e 14,3 CV no motor por haste, respectivamente (Siqueira et al., 2002).



**FIGURA 2** – Variação da potência de uma haste sulcadora de semeadora-adubadora de plantio direto em função da profundidade de trabalho.

Estes resultados reforçam a recomendação de primeiramente identificar a profundidade da camada compactada e posteriormente selecionar a profundidade de trabalho de uma semeadora-adubadora. Assim, com a racionalização da escolha da profundidade de trabalho, pode-se economizar potência do trator e, portanto, combustível.

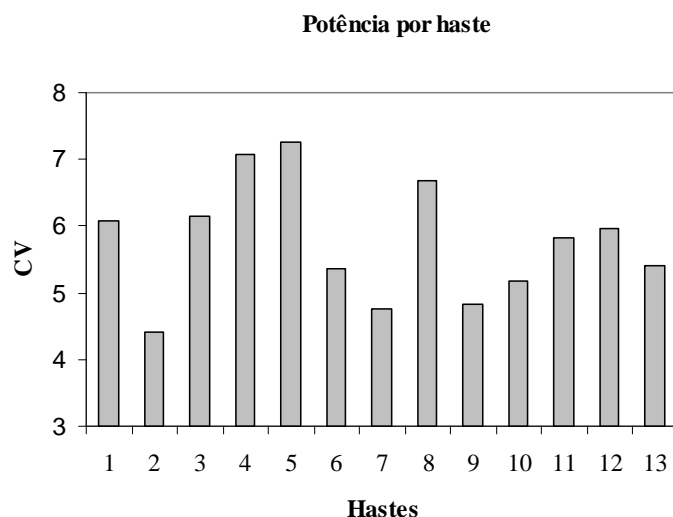
O aumento da demanda de potência em consequência do aumento da profundidade leva à necessidade da adoção da rotação de culturas e adubos verdes como método de manejo cultural e biológico do solo para descompactação das camadas superficiais do solo, reduzindo os custos de produção.



Implica, também, na necessidade das semeadoras adubadoras terem opções de regulagem das hastes quanto à profundidade de trabalho. Deve ser considerado, ainda, que as hastes semeadoras-adubadoras têm estrutura e são desenvolvidas para operarem em baixas profundidades, isto é, não são desenvolvidas para romperem camadas de solo compactadas a profundidades maiores que 15 cm.

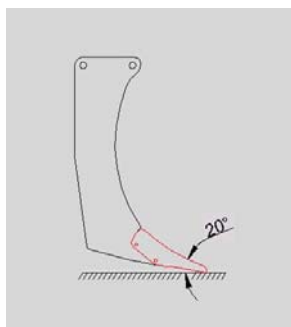
Os teores de água no solo não afetam os esforços e a potência requerida. Entretanto, maiores forças vertical, horizontal e potência são observados nas maiores profundidades. Verifica-se, ainda, que é possível a seleção de hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto que exijam menores esforço e potência. O projeto da haste afeta as forças vertical e horizontal e a potência.

Quando se avaliou a força requerida por 13 modelos de hastes comerciais, trabalhando em uma mesma profundidade (Figura 3), observou-se diferenças de até 60% (entre 140 e 225 kgf). Tal variação é função principalmente do projeto da haste, do ângulo de ataque da ponteira, do formato da haste e da largura da ponteira da haste, que neste estudo esteve entre 13 e 41 mm.



**FIGURA 3** – Força de tração em 13 modelos comerciais de semeadoras-adubadoras de plantio direto (Siqueira & Casão Jr, 2004).

O uso de hastes com formato parabólico, ângulo de ataque em torno de 20 graus (Figura 4) e espessura máxima da ponteira de 22 mm podem representar até 50% de redução na potência requerida de tração de uma semeadora-adubadora de plantio direto com 9 linhas, como pode ser observado na Tabela 3. Neste caso, a redução de 50% na potência significa uma redução máxima de 27 CV na potência no motor ou de 3 CV por linha de semeadura. A utilização deste modelo de haste permite menor custo com o trator, menor consumo de óleo diesel por hectare, menor área de solo revolvida e, portanto solo mais protegido, resultando, assim, em maiores rentabilidade, conservação do solo, agregação de valores e sustentabilidade da atividade.



**FIGURA 4** – Desenho esquemático da haste desenvolvida para trabalho com menor força de tração e potência.

**TABELA 3** - Força de tração requerida por diferentes modelos de hastes comerciais (HC), comparações com o modelo desenvolvido pelo IAPAR e potência no motor quando se considera apenas as hastes (Siqueira & Casão Jr, 2004).

Hastes	Força média Potência máxima motor em 9 linhas			
	kgf	CV	redução (CV)	% redução
HC1	121,8	81	27	50
HC2	102,6	73	19	35
HC 3	111,1	73	19	34
HC 4	104,3	75	21	39
HC 5	101,7	66	12	22
HC 6	102,0	69	15	27
HC 7	108,1	68	14	25
Haste IAPAR	88,5	54	-	-



Comparando sistemas de abertura de sulco com discos duplos e hastes, Reis et al. (2004) verificaram maior percentagem de emergência de plantas no segundo mecanismo, recomendando ainda o sistema na abertura de sulcos em solos com alto teor de argila. Conforme Modolo et al. (2004) a utilização do sistema de abertura de sulcos através de hastes sulcadoras pode apresentar ainda variação menor na profundidade média de sementes em relação à utilização de discos duplos.

### **3.3- Dosagem e distribuição de fertilizantes**

Os depósitos de fertilizantes são apoiados sobre um berço de aço e fixados na estrutura. Muitas máquinas permitem que estes sejam basculantes, facilitando sua limpeza e lavagem. Outros possuem drenos para escoar o fertilizante. Há máquinas, entretanto, onde é necessário retirar o excesso de adubo manualmente ou esgotá-lo com a semeadora em operação. No depósito de fertilizante muitas vezes existe uma chapa (defletor) que alivia o peso deste sobre os dosadores. Outra característica é o ângulo de repouso do adubo, exigindo que no fundo do depósito, a inclinação do mesmo seja com ângulo superior ao de repouso.

Existem várias opções de dosadores de fertilizante no mercado brasileiro. Os fertilizantes podem formar “pelotas ou empedrar”. Assim os dosadores devem ser robustos e com capacidade de desestruturar estas formações. Em algumas máquinas, há uma peneira de malha grossa na parte superior do depósito para evitar que caia adubo “empedrado” ou com outros corpos estranhos.

Os dosadores devem capturar o fertilizante, desestruturá-lo, conduzi-lo em doses desejadas e liberá-lo na tubulação de descarga. Aletas rotativas ou rotores dentados conduzem o adubo a uma comporta com abertura variável, liberando-o ao tubo de descarga (Casão Jr & Siqueira, 2006).





Nesses sistemas de dosagem a regulagem da vazão de fertilizante é dada pela mudança de relação de transmissão e abertura ou fechamento da comporta basculante.

Os dosadores com roscas sem fim são conhecidos por quebrarem com facilidade as “pelotas” de adubo. O dosador com roletes dentados, por ser acionado por um sem fim, também tem esta característica. No entanto, os de rosca sem fim liberam o fertilizante em pulsos, havendo certa desuniformidade ao longo da linha.

Fluxos constantes podem ser obtidos através de sistemas que possuem comporta com vertedouro, que minimiza os efeitos de pulsos da rosca sem fim. Estes projetos também facilitam a limpeza e manutenção do conjunto, com material plástico resistente a corrosão, de fácil regulagem, alta durabilidade e mancais blindados com lubrificação permanente, evitando o uso de graxeiras (Casão Jr & Siqueira, 2006) e são fabricados e comercializados pela Agromac, John Deere e Semeato. Nestes sistemas, há interrupção de fluxo de fertilizante de maneira sincronizada com a parada da semeadora.

Um das alternativas de regulagens da dosagem de fertilizante é a mudança de relação de transmissão, com a troca de engrenagens e a troca de rosca com diferentes passos (sem fim com passo de  $\frac{3}{4}$ ”; 1”; 1  $\frac{1}{2}$ ” e 2”). Com os menores passos ocorrem menores oscilações na dosagem de fertilizante quando a semeadora é submetida a inclinações longitudinais

Visando ainda facilitar a regulagem de semeadoras-adubadoras quanto à utilização de fertilizantes, a maioria das máquinas atualmente fabricadas possuem o mecanismo de recâmbio, onde há troca rápida de engrenagens para ajustes de diferentes quantidades sem a utilização de ferramentas.

Saindo do dosador, o fertilizante cai nas mangueiras, que podem ser tipo tubo telescópico ou sanfonadas de borracha. A escolha do tipo de mangueira depende do comprimento, inclinação e obstruções estruturais. Geralmente a distância é superior a 50 cm e inclinada e os tubos de descarga devem permitir que o adubo flua com uniformidade

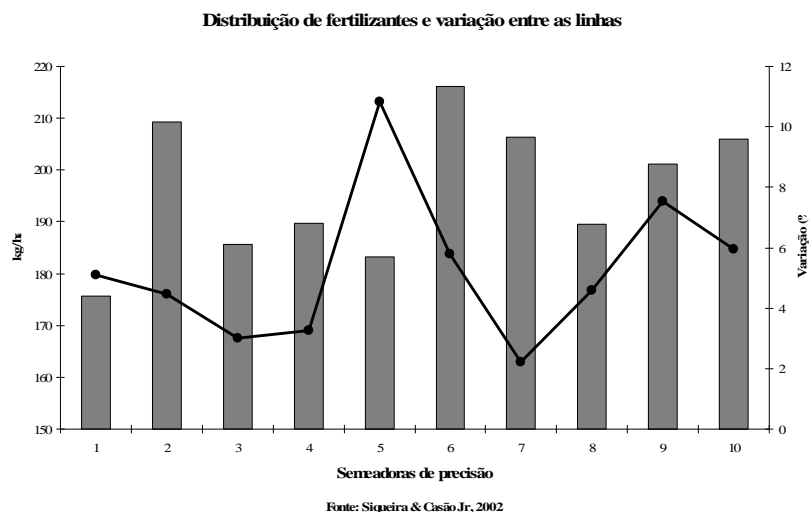


para o interior do tubo de descarga e sulco de sementeira. São conectados ao tubo final de descarga, vinculado a hastes sulcadoras ou discos abridores do sulco (Casão Jr & Siqueira, 2006).

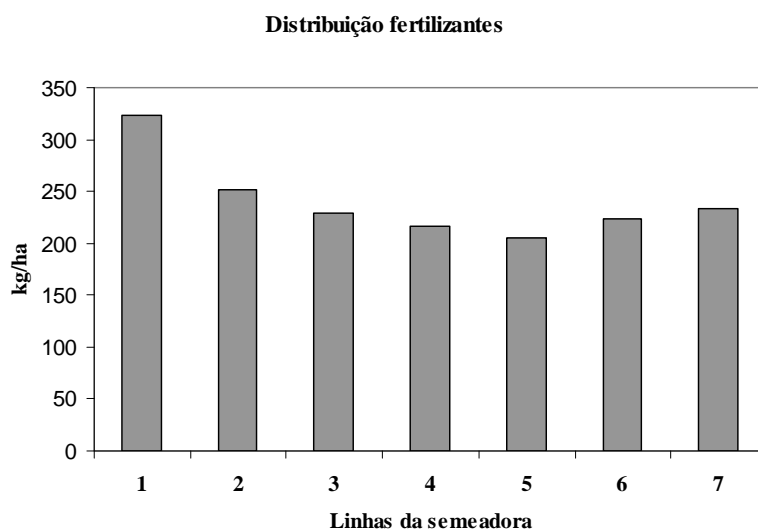
As semeadoras-adubadoras geralmente possuem tabelas para as dosagens de fertilizantes em função das engrenagens utilizadas. Entretanto, em função das características físicas dos fertilizantes (higroscopicidade, resistência ao esfarelamento, granulometria) e de fatores ambientais, estas tabelas são apenas indicativas, necessitando-se de uma regulagem mais aprimorada inclusive a cada troca de formulação do fertilizante. Considerar também que fertilizantes em pó apresentam maior dificuldade de distribuição por terem baixa escoabilidade, que resultam na formação de espaços vazios no reservatório, não havendo alimentação adequada do mecanismo de distribuição.

Recomenda-se a regulagem coletando-se o fertilizante dosado, com o auxílio de sacos plásticos, em 30 metros e em todas as linhas da semeadora. A quantidade de cada linha deve ser pesada individualmente, considerando-se regulada quando os valores possuam pequenos desvios entre si, após serem transformados para kg/ha.

A Figura 5 apresenta a distribuição do fertilizante em dez modelos de semeadora-adubadora de precisão, para uma regulagem solicitada de 200 kg/ha. A Figura 6 mostra a variabilidade da dosagem de fertilizante nas sete linhas de uma semeadora-adubadora, indicando a necessidade da regulagem e coleta de todas as linhas.



**FIGURA 5** – Dosagem e variação da dosagem de fertilizante em 10 modelos de semeadoras-adubadoras de precisão, para uma solicitação de regulagem de 200 kg/ha (Siqueira & Casão Jr., 2002)



**FIGURA 6** – Distribuição de fertilizante nas 7 linhas de uma semeadora-adubadora de precisão, para uma solicitação de regulagem de 200 kg/ha (Siqueira & Casão Jr., 2002)



### **3.4- Dosagem e distribuição de sementes**

A eficiência de qualquer sistema de distribuição de sementes será melhor quanto menor for a distância entre o dosador de sementes e o sulco de semeadura. A distância da porção terminal do tubo de descarga até o fundo do sulco afeta a distribuição longitudinal das sementes. Os condutores, geralmente corrugados, devem ter paredes internas lisas. Ao serem liberadas pelos mecanismos dosadores, as sementes podem entrar em contato com as paredes laterais do tubo de descarga, aumentando o tempo para a sua deposição no solo, num processo denominado ricocheteamento. Tubos com maiores comprimentos oferecem trajetórias mais longas, aumentando o ricocheteamento e, portanto, a distribuição de sementes. Assim, tubos de perfil parabólico conduzem sementes até o sulco de maneira mais suave, diminuindo este efeito

Os dosadores de sementes são responsáveis pela população de plantas e pela distribuição das mesmas na linha de semeadura. Baixos rendimentos em culturas comerciais ocorrem quando há baixa densidade de plantas. Por outro lado, densidades acima da ideal ocasionam plantas estioladas, de maior altura e com caules delgados, que facilitam seu acamamento e quebramento.

Um bom desempenho na implantação da lavoura de milho dependerá de fatores intrínsecos as sementes, como sua dosagem (entre 3 e 5 por metro); a uniformidade do lote e a utilização de inseticidas e fungicidas, que alteram seu coeficiente de atrito e dificultam as mesmas de se alojarem adequadamente nos alvéolos dos dosadores (por isto recomenda-se, na maioria das vezes, o uso de grafite como lubrificante). Redução dos espaçamentos aceitáveis, com o aumento de falhas e múltiplos na utilização de tratamento fitossanitário foram relatados por Jasper et al. (2006). Estes autores observaram que a dosagem de 3,37 gramas de grafite por quilograma de sementes resultou na melhor distribuição longitudinal de sementes.



Os mecanismos distribuidores de sementes mais frequentes são os discos horizontais e os pneumáticos. O tipo de dosador utilizado, além de afetar a distribuição de sementes, pode interferir na qualidade de semeadura, em função de danos mecânicos ocasionados às sementes.

Na maioria das semeadoras de precisão brasileiras, a dosagem de sementes é realizada por discos horizontais alveolados, que têm a função de capturar, individualizar, dosar e liberar as sementes.

O sistema pneumático utiliza vácuo ou pressão para a dosagem de sementes. No sistema de pressão, um disco vertical gira, aprisionando a semente de um reservatório localizado em sua base. A pressão do ar mantém as sementes presas em orifícios. Um dispositivo com corte de pressão é responsável pela liberação de sementes para o solo. No sistema a vácuo, as sementes são presas pelo vácuo produzido por uma turbina

Mello et al. (2003) verificaram que o sistema pneumático de distribuição de sementes foi superior ao dosador de discos alveolados, pois apresentou maior percentagem de espaçamentos aceitáveis.

Os dosadores pneumáticos têm como principais vantagens à precisão na dosagem de sementes e a ausência de danos provocados a elas durante o processo de dosagem. Todavia, mesmo nos dosadores pneumáticos, devido à grande variação do tamanho e forma das sementes, há necessidade de diferentes tipos de discos, com orifício adequados às diversas sementes, inclusive com fileiras concêntricas de furos (Casão Jr & Siqueira, 2006).

Os dosadores pneumáticos agregam um custo adicional no preço total da máquina. Isto deveria ser compensado com a melhoria da produtividade e lucratividade do produtor. Sabe-se que os dosadores pneumáticos apresentam uma performance melhor que os mecânicos principalmente em velocidades acima de 8 km/h e com sementes de formato



irregular como o milho. Mas, nesta velocidade, somente é possível semear com discos abridores de sulco para a deposição de fertilizante. Se for necessário o uso de hastes sulcadoras, comum no sistema plantio direto em solos com maior teor de argila, o revolvimento será demasiado, assim como será o aumento de potência.

Semeadoras pneumáticas trabalhando a 8 km/h, apresentam um desempenho superior às mecânicas semeando milho, com maior regularidade na distância entre plantas no sulco de semeadura.

### **3.4.1- Velocidade periférica dos discos dosadores**

Nas máquinas com mecanismos alveolados, altas velocidades periféricas dos discos dosadores resultam em um maior índice de falhas, uma vez que o tempo disponível para as sementes preencherem os alvéolos é menor. Quanto maior o diâmetro do disco, menor sua velocidade periférica e, conseqüentemente, mais tempo terá o alvéolo para capturar a semente.

Uma característica importante é a velocidade tangencial dos orifícios, pois se a mesma for superior a 15 cm/s (Tourino, 1993) as sementes não conseguirão se alojar nos alvéolos do disco. Além do mais, com altas velocidades dos discos dosadores, as sementes podem não ter tempo suficiente para saírem dos alvéolos, ocasionando assim falhas e danos.

### **3.4.2- Tubo de descarga das sementes**

Tubos corrugados devem ter a parede interna lisa, para evitar o acúmulo de sementes nas corrugações. A distância da porção terminal do tubo de descarga até o fundo do sulco irá afetar a deposição das sementes, lançando-as para fora do sulco ou interferindo na regularidade longitudinal de distribuição. A existência de uma curvatura para trás no



final do tubo de descarga faz com que as sementes caiam a uma velocidade vertical menor que a do deslocamento da máquina, fazendo com que as mesmas não sejam lançadas para fora do sulco, diminuindo a irregularidade da distribuição longitudinal.

Não deve haver nenhum ponto que obstrua a passagem das sementes, como entalhes e ranhuras. O tubo deve ser o mais liso e curto possível, para evitar que as sementes ricocheteiem nas paredes do tubo, chegando ao solo nas mesmas distâncias em que saíram do sistema de dosagem.

No interior de um disco duplo há uma tubulação de descarga com curvatura voltada ao contrário da direção de deslocamento da máquina. Este detalhe é muito importante, uma vez que uma semeadora deslocando-se a velocidade de 5 km/h, por exemplo, depositam as sementes na mesma velocidade. Assim, elas podem ricochetear no sulco, movimentando-se e até ficarem expostas. A curvatura do tubo de descarga faz com que a componente de velocidade longitudinal da semente aproxime-se de zero, procurando cair no solo somente com a componente vertical de velocidade.

Os erros que ocorrem na saída do dosador ao fundo do sulco de semeadura são chamados de erros de deposição. Assim, a uniformidade longitudinal de distâncias entre sementes no sulco é dada pelos erros de dosagem e deposição (Casão Jr & Siqueira, 2006).

### **3.4.3- Compatibilidade do disco em relação às sementes**

A escolha do disco (número, forma e diâmetro dos furos) deve considerar as características da semente quanto à classificação. Além de oferecer várias opções de discos, as semeadoras devem conter informações gravadas no disco quanto à peneira.

As células dos discos devem ter diâmetro 10% superior aos das sementes visando evitar erros de dosagem.





#### **3.4.4- Sistema de controle de profundidade de sementeira**

A profundidade de sementeira é um dos fatores que mais influenciam a emergência e o desenvolvimento da cultura do milho (Silva et al., 2004).

O controle da profundidade de deposição das sementes é feito na maioria das sementeiras-adubadoras de precisão através de articulação com furos ou entalhes de regulagem. O controle da profundidade ideal é o independente para cada linha de sementeira. As rodas de controle, duas em cada linha, devem ser instaladas na sementeira em sistema balancim.

O controle de profundidade de sementeira pode ser grosseiramente realizado pela regulagem da pressão exercida pelas molas sobre os sulcadores, através de ajuste do cabeçalho da sementeira, do curso das molas ou da pressão hidráulica sobre as molas. Porém, uma regulagem mais precisa é obtida com uso de rodas limitadoras de profundidade. Estas rodas são acopladas ao mecanismo rompedor responsável pela colocação de sementes no sulco, permitindo o ajuste para diferentes profundidades de operação. Devem estar posicionados ligeiramente ao lado e atrás do mecanismo rompedor, visando auxiliar a limpeza, e não permitindo o revolvimento de solo.

A correta profundidade das sementes deverá ser verificada no campo, com a máquina em operação, uma vez que a deformação do solo com a roda compactadora poderá alterar a regulagem prévia feita no galpão. Para a correta regulagem de profundidade das sementes, quando esta é controlada pela roda compactadora traseira, pode-se colocar um calço de altura igual à profundidade desejada sob esta roda, e regular o sulcador para sementes, de forma que apenas toque o plano de apoio da sementeira.

A profundidade do fertilizante é regulada através da posição do sulcador abridor de sulco, que pode ser controlada e regulada pela seleção da posição do parafuso de fixação do disco ou da haste sulcadora ao suporte.



Quando o controle da profundidade é realizado através da roda de compactação deve sempre ser observada a tendência de espelhamento do solo, notadamente nas rodas muito largas, sem ranhuras centrais e em solos com elevados teores de argilas quando muito úmidos.

Em algumas máquinas, além do controle de profundidade existem mecanismos para controle da variação da profundidade do sulco, como as rodas de controle vinculadas às hastes. É desejável também que as máquinas possuam um sistema completo de regulagem dos sulcadores, que inclui deslocamento vertical, pressão sobre o solo, controle de profundidade e manutenção de ângulo de ataque pela existência de mecanismo pantográfico.

Além da profundidade de plantio, é importante considerar a posição relativa sementes/fertilizante. O aumento da produtividade de algumas culturas não depende somente da quantidade e do método de aplicação, mas também da localização do fertilizante. Há recomendações, para culturas anuais, que o fertilizante seja colocado cerca de 5 cm ao lado e abaixo da semente. As localizações abaixo das sementes normalmente não causam problemas operacionais. No entanto, a colocação do fertilizante lateralmente à semente requer que o sulcador de adubo esteja desalinhado em relação ao disco de corte e, conseqüentemente, que este seja capaz de cortar a palha, resultando em grande mobilização do solo, deixando-o muito descoberto e exigindo maior potência dos tratores.

Sementes nunca devem estar em contato com fertilizante. Este fator deve ser levado em conta na seleção das semeadoras.

A umidade do solo também ajuda a definir a recomendação da profundidade de semeadura. Em lavouras não irrigadas, os menores riscos à semeadura são quando a consistência do solo está friável. Nesta condição há água facilmente disponível para as sementes, os componentes das semeadoras dificilmente provocarão compactação no



solo e há menor aderência deste nos componentes rompedores e abridores de sulco, que também mobilizarão menos o terreno.

### **3.5- Sistema de aterramento e cobertura do sulco**

O aterramento é essencial para dar condições de germinação às sementes. A cobertura do sulco com palha contribui para um ambiente adequado, mantendo o teor de água e a temperatura mais apropriados para uma melhor emergência das plantas. Com um sistema de aterramento e cobertura do sulco adequado é possível a obtenção do denominado “plantio direto invisível”, ou seja, que após a semeadura não se observe indícios de revolvimento do solo, com manutenção da cobertura vegetal sobre o terreno.

Para a obtenção de um sistema de plantio direto com qualidade e com baixa exposição do solo após a semeadura, diversos sistemas têm sido utilizados, como pequenas angulações nas rodas de controle de profundidade e de compactação, visando retornar o solo e a palha para seus locais de origem.

No entanto, o mecanismo cobridor de sulcos normalmente composto por dois discos aterradores côncavos (Figura 7) ou planos com a parte traseira convergente é o que tem apresentado melhores resultados na devolução ao sulco do solo e resíduos vegetais.



**Figura 7-** Discos aterradores utilizados para chegada de solo e palhas na linha de semeadura.

Deve ser observado ainda que máquinas que retornam maior quantidade de palhas aos sulcos também apresentam maiores percentagens de emergência de plantas. Assim, a introdução de componentes de aterramento a uma semeadora-adubadora de plantio direto pode melhorar sensivelmente seu desempenho na obtenção de adequada emergência de plantas e, portanto, populações de plantas que permitirão máxima produtividade à cultura.

Destaca-se ainda que em anos recentes, era pequeno o número das máquinas fabricadas que possuíam mecanismo de aterramento. Atualmente, quase todas as indústrias adotam algum componente para retorno do solo e da palha à superfície do sulco recém aberto. Este fato facilita a implantação do plantio direto invisível e com qualidade, conforme comentado anteriormente, que deve ser a meta buscada por todos.

Importante observar-se ainda que discos e rodas aterradoras tem eficiência diminuída grandemente com o aumento da umidade do solo.



### **3.6- Sistema de compactação do solo**

Na abertura e fechamento do sulco de semeadura pode haver a formação de bolsões de ar. A redução desses bolsões favorece os ambientes térmico e hídrico e o acondicionamento físico do solo ao redor das sementes. O aumento do contato solo/semente diminui o tempo para a germinação, além de aumentar a sua percentagem.

As sementes devem estar em íntimo contato com as partículas do solo para que absorvam água. Desta forma, não deve haver bolsões de ar provocados pela má atuação dos compactadores, palha que foi empurrada para dentro do sulco, ocorrência de torrões ou espelhamento das paredes do sulco de semeadura.

Na parte posterior da semeadora-adubadora fica a roda compactadora, responsável pelo pressionamento do solo ao redor da semente, restabelecendo o fluxo de água solo-semente necessário à germinação e emergência da cultura e eliminando bolsões de ar. A roda compactadora pode ser de borracha ou de ferro, lisa ou ranhurada, com saliência ou alívio na parte central. Um bom contato entre a semente e o solo auxilia a transferência de água para a semente.

Uma boa cobertura e compactação das sementes dependem da quantidade de solo mobilizado pelo mecanismo sulcador, da profundidade de deposição das sementes no sulco, do tipo de mecanismo de cobertura e compactação e da umidade do solo.

Diferentes são os sistemas de pressionamento de solo e de palha sobre a semente no sulco da semeadura. Na maioria das semeadoras-adubadoras de precisão o controle da compactação sobre as sementes é realizado pela roda ou rodas de controle de profundidade. Uma boa solução para se obter um sistema de compactação satisfatório é utilizar duas rodas compactadoras individuais, com distância e ângulo entre elas ajustáveis. Algumas semeadoras possuem uma roda larga, revestida de borracha flexível, para pressionar o solo sobre a semente, no sulco. Outras têm um conjunto de rodas estreitas



posicionadas em forma de “V” para pressionar a parede do sulco sobre a semente. O formato das rodas compactadoras e o modelo a serem utilizados estão em função do tipo de sementes, umidade de solo e quantidade de resíduos na superfície.

Como regra geral, rodas compactadoras côncavas firmam o solo sobre as sementes e rodas em formato de “V”, as mais utilizadas, pressionam o solo lateralmente, sem ocasionar selamento superficial quando se trabalha com solos com maior teor de água ou quando ocorrem precipitações logo após a semeadura.

Quando as rodas compactadoras são duplas é necessário proceder à regulagem do espaçamento entre elas e o seu ângulo com a direção de deslocamento, uma vez que este fator influi na quantidade de terra jogada sobre as sementes e, portanto, na sua cobertura.

O espaçamento entre as rodas deve ser suficiente para permitir uma faixa não compactada diretamente sobre as sementes, devendo a compactação ser produzida de ambos os lados da linha semeada.

O ângulo das rodas compactadoras com a direção de deslocamento deve ser regulado de forma a se obter a quantidade recomendada de solo sobre as sementes, que é função da profundidade final requerida para as sementes. Quando se deseja aumentar a quantidade de solo jogada sobre as sementes, deve-se aumentar o ângulo de ambas as rodas compactadoras com a direção de deslocamento. Quando estiverem paralelas à direção de deslocamento, haverá somente compactação do solo.

A fim de evitar os efeitos nocivos da compactação excessiva, as rodas de controle de profundidade e compactação são construídas em duas secções laterais, deixando um espaço vazio entre estas secções. Desta forma, assegura-se que a compactação não é realizada diretamente sobre as sementes, porém lateralmente, deixando o solo sobre as sementes solto e menos suscetível à formação de crostas. Algumas providências para minimizar a formação de crostas no solo, segundo Siqueira & Casão Jr. (2004), são:



-Diminuir a pressão de compactação na superfície do solo, promovendo uma ligeira compactação ao nível das sementes e permitindo movimento de água e emergência;

-Semear a profundidades menores se as condições de umidade e características das sementes assim o permitirem;

-Adaptar mecanismos de retornem a palha à superfície do sulco, já que as palhas funcionam como isolante e diminuem a formação de crostas;

-Solos com altos teores de umidade formam crostas com maior facilidade, sobretudo os mais argilosos;

-Utilizar rodas compactadoras de centro aberto que compactam o solo apenas lateralmente à semente.

### **3.7- Sistema de acabamento da semeadura**

A maioria das “plantadeiras” existentes no mercado nacional não possuem componentes aterradores especializados. Predominam máquinas com rodas paralelas de controle de profundidade para sementes, as mais modernas oscilantes, seguidas de uma roda compactadora em “V”, com possibilidade de alterar sua abertura frontal e vertical (Casão Jr & Siqueira, 2006).

A inclinação das rodas compactadoras em “V” não é suficiente para efetuar um bom aterramento, principalmente quando a palha é lançada lateralmente ao sulco a mais de 10 cm pelos componentes rompedores de solo. Aumentando-se o diâmetro dessas rodas, pode-se conseguir um melhor aterramento, mas perde-se no efeito de compactação.





Nos últimos anos têm surgido mais fabricantes preocupados com esses componentes. A melhor alternativa para chegamento de solo e palha ao sulco são os discos aterradores, muito utilizados no sistema de semeadura convencional.

Outra alternativa são as rodas aterradoras de formato cônico, que devem estar inclinadas entre  $20^{\circ}$  e  $25^{\circ}$  em relação à direção de deslocamento da máquina.

### **3.8- Velocidade da operação de semeadoras e distribuição longitudinal de sementes**

A velocidade de trabalho é muito importante na semeadura, pois influi na distribuição das sementes e nas possíveis quebras ou danos sofridos pelas mesmas, principalmente nos dosadores mecânicos para sementes.

A velocidade de operação deve, portanto levar em conta o tipo de semente e de dosador utilizado. Para dosadores de sementes mecânicos, as velocidades, na maioria das espécies cultivadas está compreendida entre 4,5 e 6,0km/h. Em velocidades superiores o preenchimento das células dos discos dosadores é problemático, podendo ocasionar sérios danos mecânicos às sementes.

A Figura 8 mostra as percentagens de espaçamentos normais, duplos e falhos de semeadoras-adubadoras de precisão operando em duas velocidades de deslocamento, verificando-se que na maior, a percentagem de falhas aumenta substancialmente (Siqueira & Casão Jr, 2004).

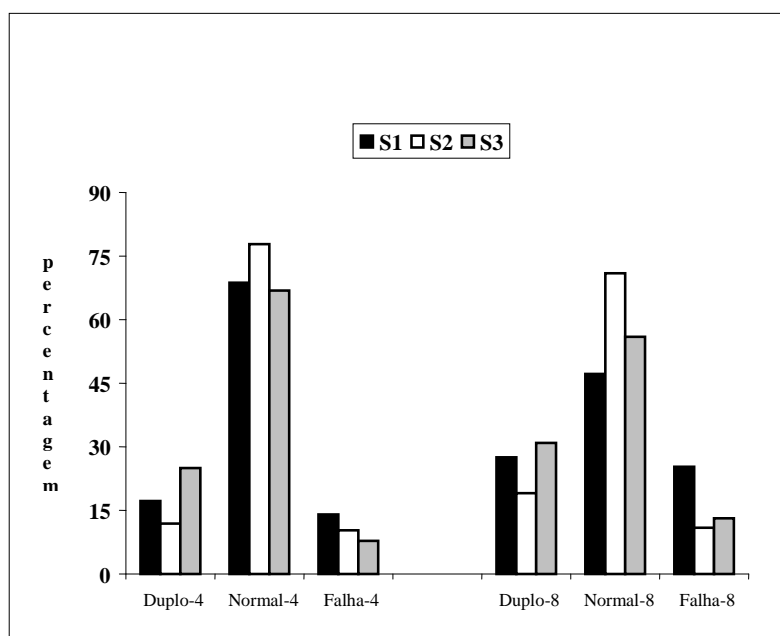
Tendência de aumento de espaçamentos com aumento de velocidade também foram observados por Modolo et al. (2004). Reduções na qualidade de distribuição de sementes, em relação à distribuição longitudinal foram relatados por Garcia et al. (2006).

Comparando velocidades de 4,4; 6,1 e 8,1 km/hora, Mahl et al. (2004) observaram eficiências semelhantes na distribuição de sementes de milho nas menores velocidades utilizadas, ambas significativamente melhor que na velocidade de 8,1 km/hora.



Verificaram ainda que a maior velocidade proporcionou menor percentagem de espaçamentos normais e que a variação da velocidade não interferiu no estande inicial de plantas.

Para semeadoras-adubadoras com dosadores pneumáticos de sementes, a velocidade de trabalho pode atingir até 8 km/h.



**FIGURA 8** – Espaçamentos normais, duplos e falhos de sementes de milho em duas velocidades (4 e 8 km/h) e três modelos de semeadoras-adubadoras de precisão, observando-se, na semeadora 1 e na maior velocidade, uma percentagem elevada de falhas (Siqueira & Casão Jr, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT,1994) considera aceitáveis ou normais espaçamentos entre plantas de 0,5 a 1,5 vez o espaçamento médio esperado (Tabelas 4), com requisitos de regularidade de distribuição longitudinal mostrados na Tabela 5. Assim, por exemplo, para distância entre plantas de milho de 20 cm, são consideradas falhas espaçamentos entre plantas maiores que 30 cm e múltiplos ou duplos aqueles inferiores a 10 cm.



Conforme Jasper et al. (2006) a utilização de tratamentos fitossanitários aumenta os espaçamentos falhos e reduz os aceitáveis, recomendando-se o uso do grafite para uma adequação de espaçamentos.

**Tabela 4-** Frequência para regularidade de distribuição longitudinal de sementes (Coelho, 1996).

Tipo de espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de $X_i$
Múltiplos	$X_i < 0,5 X_{ref}$
Aceitáveis	$0,5 X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$
Falhas	$X_i > 1,5 X_{ref}$

**Tabela 5-** Requisitos de regularidade de distribuição longitudinal (Coelho, 1996).

Tipo de mecanismo dosador	Espaçamentos aceitáveis (% mínima)	Coefficiente de variação (% máximos)
Discos perfurados horizontais	60	50
Dedos prensos	75	40
Discos verticais pneumáticos	90	30



#### 4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, R.J. **Projeto de Norma 04: 015.06 -004; Semeadora de precisão - ensaio de laboratório - método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1994. 7 p.

CASÃO JR, R.& SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. In: CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R.(ed). **Sistema plantio direto com qualidade.** Iapar / Itaipu Binacional, Londrina / Foz do Iguaçu, 2006. p.85-126.

COELHO, J. L. D. Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. Piracicaba. In: MIALHE, L. G. **MÁQUINAS AGRÍCOLAS Ensaio & Certificação.** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 551-570.

GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A.L.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.520-7, 2006.

JASPER, R.; JANSZN, U.; JASPER, M.; GARCIA, L. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 292-9, 2006.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.563-7, 2003.

MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.C.M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.3, p.563-7, 2004

OLIVEIRA, M.F.B.; SIQUEIRA, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A.G.; CASÃO JR, R.



Mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola / UFC, 2000. v. cd-rom.**

REIS, E.F.; FERNANDES, H.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; ARAÚJO, E.F. Avaliação de mecanismos rompedores e compactadores em semeadura direta. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n.3, p.212-21, 2004

SILVA, R.P.; CORÁ, J.E.; CARVALHO FILHO, A.C.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A. Efeito de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura sobre o desenvolvimento do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 396-404, 2004.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JR, R.; ARAÚJO, A.G. Plantadoras - plantio direto: Ângulo ideal. **Cultivar Máquinas**, Pelotas-RS, p.30- 32, julho-agosto 2002.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. Difusão de técnicas para melhoria da qualidade do plantio direto: impacto do projeto e bases referenciais de planejamento. In: CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y.R.(ed). **Sistema plantio direto com qualidade**. Iapar / Itaipu Binacional, Londrina / Foz do Iguaçu, 2006. p.191-200.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JR, R. Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas em Entre Rios do Oeste - PR - (resultados de avaliação). Londrina-PR: **IAPAR, 2002. (Avulso)**.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R. Trabalhador no cultivo de grãos e oleaginosas: Máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema de plantio direto. Curitiba: **SENAR-PR**, 2004. 88 p.

TOURINO, M.C.C. Influência da velocidade tangencial dos discos de distribuição e dos condutores de sementes de soja, na precisão de semeadura. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola/ Unicamp, 1993. 96p. **(Dissertação de Mestrado)**.