

6 - MÁQUINAS PARA MANEJO DE VEGETAÇÕES E SEMEADURA EM PLANTIO DIRETO

Ruy Casão Junior¹
Rubens Siqueira¹

6.1 INTRODUÇÃO A MÁQUINAS DE MANEJO DE VEGETAÇÕES

A importância da cobertura morta sobre o solo é incontestável na melhoria da qualidade do SPD. Portanto, esforços em pesquisa e desenvolvimento têm sido feitos no sentido de oferecer cobertura sobre o terreno em quantidade e qualidade adequada (vide capítulo de plantas de cobertura).

Nas regiões quentes, tropicais e sub tropicais a decomposição da palha é rápida e, para que o terreno permaneça constantemente coberto é necessário usar plantas de cobertura que produzam grande quantidade de massa e apresentem a característica de decomporem-se vagarosamente.

Durante o processo de implantação das culturas em PD a cobertura vegetal deve estar convenientemente manejada, para que não haja problemas de embuchamento de máquinas e infestações de ervas invasoras. O manejo inadequado pode fazer com que os herbicidas não consigam atingir as ervas daninhas.

A cobertura vegetal não necessita, obrigatoriamente ser manejada, mecânica ou quimicamente. O importante é que não prejudique as culturas a serem implantadas, permanecendo o maior tempo possível protegendo a superfície do terreno contra a erosão, perda de umidade, manutenção da temperatura do solo e redução de ervas infestantes (SIQUEIRA e CASÃO JUNIOR, 2004). No entanto, na maioria dos casos é necessário que as plantas de cobertura, a resteva das culturas comerciais e as ervas daninhas sejam manejadas mecânica ou quimicamente.

A geada pode ser uma medida natural de manejo das vegetações, assim como, durante a colheita das culturas, em áreas com uso frequente do PD e plantas de cobertura, somente o uso do picador de palha da colhedora, com distribuição uniforme sobre o terreno, pode reduzir sensivelmente a infestação de ervas não necessitando de herbicidas para seu controle (ver o capítulo de manejo de plantas invasoras).

Deve-se considerar as necessidades de cada produtor na tomada de decisão sobre o manejo das vegetações, escolhendo-se não somente o método mais adequado, como também, o momento e a intensidade do manejo. Existem plantas de cobertura que liberam substâncias químicas que auxiliam no controle de ervas e outras que transportam nutrientes para as camadas mais profundas do solo, sendo que estes efeitos podem ser alterados com a época do manejo dessas plantas. A decisão entre somente

¹ Eng. Agr., PhD. Pesquisador da Área de Engenharia Agrícola do IAPAR, Cx Postal 481, 86001-970, Londrina-PR, email: ruycasao@iapar.br

acamar ou cortar a palha, associar ou não com herbicidas, deve ser analisada. O clima da região pode influir nas decisões, como na fragmentação maior ou menor dos resíduos vegetais, atuando no tempo em que os mesmos permanecerão sobre o terreno. Os problemas de embuchamentos dependem do tipo e de como as coberturas são manejadas, sendo que as semeadoras diferem quanto ao desempenho, embuchando com mais ou menos facilidade (ver capítulo sobre semeadoras).

Quanto maior a fragmentação dos resíduos vegetais mais rápida é sua decomposição. Outro fator muito importante é a relação entre a quantidade de carbono/nitrogênio (C/N) da constituição das plantas. As leguminosas, por exemplo, decompõe-se rapidamente após seu manejo por apresentarem muito nitrogênio em sua constituição (ver no capítulo sobre biologia do solo). A relação C/N das leguminosas é inferior a 20. As gramíneas, por sua vez, apresentam relação C/N maior, resistindo mais à decomposição microbiana.

A Fig. 1 mostra que o uso de triturador de palhas decompôs mais rapidamente a aveia e permitiu a ocorrência de maior quantidade de plantas invasoras do que quando foi utilizado o rolo faca. A Fig. 2, mais uma vez, mostra que o rolo faca apresentou melhor controle sobre as infestantes que o triturador e o uso de dessecante também apresentou menor efeito no controle das infestantes 35 dias após o manejo.

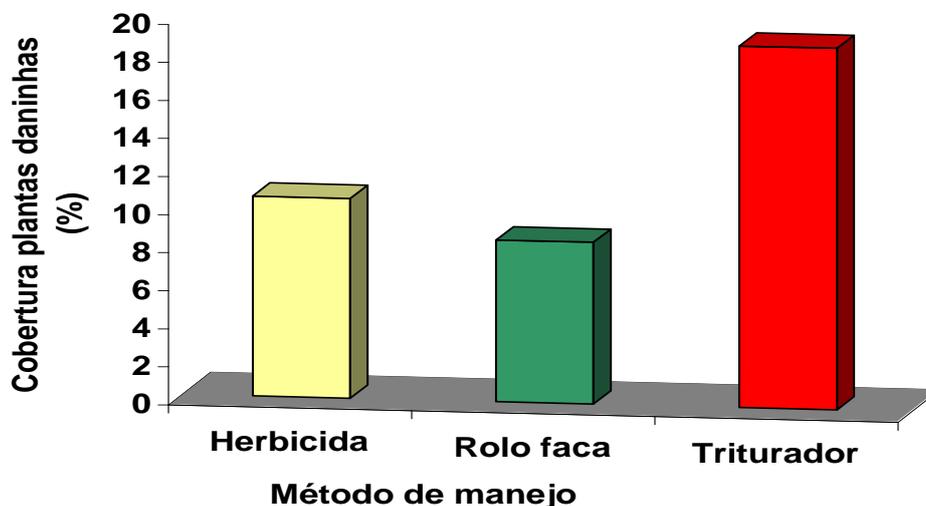


Figura 1 – Porcentagem de cobertura de plantas invasoras 35 dias após o manejo da aveia preta por diferentes métodos (ARAÚJO e RODRIGUES, 2000).

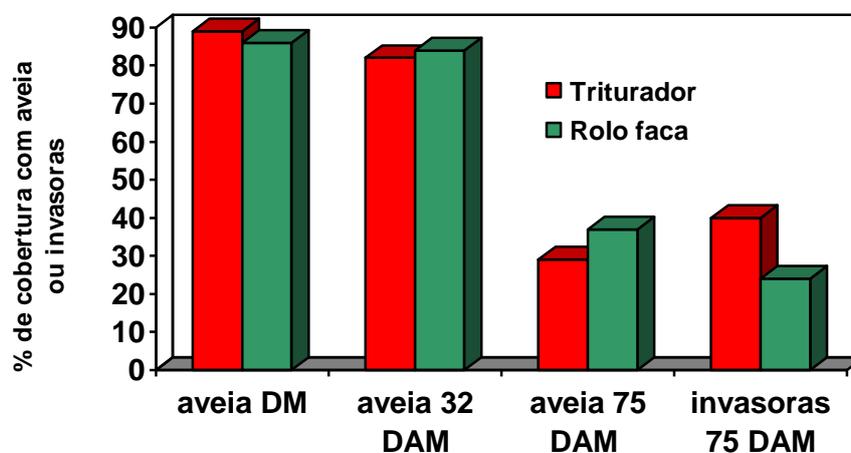


Figura 2 - Porcentagem de cobertura do solo com aveia preta no dia de seu manejo (DM), 32 e 75 dias após seu manejo (DAM) e de plantas invasoras 75 dias após o manejo da aveia (invasoras 75 DAM). (GAMERO et.al., 2000)

As principais máquinas utilizadas para o manejo das plantas de cobertura e da cobertura morta são apresentadas a seguir.

6.1.1 Roçadora

É uma das máquinas agrícolas mais frequentes na propriedade rural. Muito utilizada no controle de vegetações em quase qualquer parte da propriedade. Pode ser utilizada na lavoura, próximo de estradas, de barrancos e de edificações.

A roçadora é uma máquina montada no engate de três pontos do trator, conseguindo com isso bastante versatilidade e facilidade no transporte e uso. É acionada pelo eixo de tomada de força do trator (TDP) que gira a 540 rpm. A transmissão de movimento e torque é realizada por uma junta universal ou eixo cardan, que se acopla em um eixo da caixa diferencial, constituída de engrenagens do tipo pinhão e coroa, que além de variar a velocidade de rotação do eixo, faz com que o movimento rotativo mude da posição horizontal para a vertical. Desta forma, é possível acionar facas presas ao eixo vertical, que destroem a vegetação pelo seu impacto. A Fig. 3 apresenta um modelo padrão de roçadora. Alguns modelos, em lugar da caixa diferencial, podem ser acionados por correias e rodas de atrito. As facas não são presas diretamente no eixo e sim, articuladas a um volante preso ao eixo rotativo. Desta forma, ao colidirem com um obstáculo, recuam, evitando seu rompimento.

O problema que se observa no uso das roçadoras para o manejo das vegetações é o enleiramento que provocam, acumulando na lateral esquerda

da máquina ou em seu centro. Isto pode provocar problemas de embuchamento durante a semeadura em PD.

Como alternativa, é possível trabalhar com a roçadora a uma altura de 15 cm do solo, conseguindo-se melhor uniformidade de distribuição de palha na superfície do terreno. Algumas roçadoras apresentam dois a três eixos, aumentando os conjuntos de facas e conseguindo com isso melhor uniformidade de distribuição.

Para as regiões quentes, onde não se deseja que a palha seja muito triturada, as roçadoras são boa opção, pois os resíduos das plantas são fragmentados em pedaços de comprimentos variáveis e superiores a 20 cm (ARAÚJO et al, 2001). Recomenda-se trabalhar em velocidades que variam de 2 a 4 km/h. Podem trabalhar 0,2 a 0,4 ha/h por metro de largura de corte da roçadora.



Figura 3 – Roçadora da marca ATB/Baldan.

6.1.2 Rolo faca

O rolo faca é constituído por um cilindro e lâminas com afiação em bisel, posicionadas verticalmente na superfície deste, de forma a impactar sobre a vegetação durante seu movimento rotativo. Neste impacto, a energia cinética das facas pode cortar e ou esmagar a vegetação.

Estudos realizados por CASÃO JUNIOR et. al (1989), desenvolvendo rolo faca à tração animal, identificaram que a energia cinética necessária para o manejo de aveia preta variou em torno de 350 a 450 kgf.m/s de largura das lâminas. Nesta condição obteve-se entre 36% e 46% de corte da vegetação sendo que o restante do material foi esmagado, significando que houve interrupção da circulação de seiva na planta. Desta

forma, nem sempre é necessário cortar toda a vegetação para conseguir um bom manejo.

A energia para conseguir o corte total da vegetação é superior a 600 kgf.m/s de largura das facas. A interpretação dessa unidade de energia pode ser explicada, imaginando-se um rolo faca de 1 metro de largura. Durante o impacto, a lâmina está transferindo 600 kgf à vegetação apoiada no terreno, o qual funciona como um contra faca, percorrendo uma distância de 1 metro (600 kgf.m). A título de exemplo, para saber a potência transferida, teríamos que saber em que tempo isto foi realizado. Com uma velocidade de 3,6 km/h (1m/s) teríamos uma potência no impacto de 600 kgf.m/s, ou seja, 5,9 kW ou 8 cv.

Em trabalhos com tração animal recomenda-se construir um rolo faca com 60 cm de diâmetro do cilindro, sete lâminas posicionadas perpendicularmente ao rolo, com 11 cm de altura em relação a superfície. Importante que as mesmas sejam de aço com alto teor de carbono e afiadas a 20° em bisel. A Fig. 4A mostra um exemplo de rolo faca a tração animal. Nesta figura o manejo da aveia preta, com 6 toneladas de massa seca, foi realizado no estádio de grãos leitosos. A Fig. 4B mostra seu efeito sobre a vegetação. Neste caso a mortalidade da aveia foi total obtendo-se 100% de cobertura de palha sobre o solo (CASÃO JUNIOR et. al., 1997).



Figura 4 - Manejo de aveia preta com rolo faca a tração animal em Barbosa Ferraz-PR, em 1986 e seu resultado.

Quanto maior o diâmetro do rolo, a altura das lâminas e a distância entre elas, maior será a energia cinética. Os rolos facas são na maioria das vezes, preenchidos com água. Pode-se aumentar ou diminuir sua densidade e proporcionalmente a energia cinética. A velocidade de trabalho também promove esse efeito. No entanto, deve-se tomar cuidados com os limites, ou seja, com o aumento da densidade do rolo, é possível que as facas aprofundem-se muito no solo, chegando a encostar o cilindro no terreno, prejudicando a eficiência do rolo.

O aumento da velocidade de deslocamento pode fazer com que o rolo passe sobre a vegetação sem causar o impacto necessário. A distância das facas superior a 35 cm, pode fazer com que os golpes sejam irregulares, alternando-se um impacto forte e outro fraco.

Para rolo faca tracionado por trator, recomenda-se 60 a 70 cm de diâmetro do cilindro, com 10 a 11 lâminas a 10 cm de altura. Sugere-se que o tambor seja sub dividido em três câmaras, permitindo variar o volume de água a ser adicionada. A velocidade de trabalho deve ser entre 3 e 6 km/h, apresentando assim um rendimento de 0,3 a 0,6 ha/h por metro de largura de trabalho. Um rolo faca de 2 m de largura completaria 1,2 ha/h trabalhando a 6 km/h, conseqüentemente completaria um hectare em 50 minutos. É possível construir rolo faca com somente um cilindro de até 2 metros de largura, como também, com dois a três corpos. A Fig. 5 mostra essas alternativas disponíveis no mercado.



A



B

Figura 5 – Rolo faca com um tambor de 2 m de largura montado no trator (A) e rolo faca de arrasto com sistema de levante hidráulico com três tambores (B).

A grande vantagem do uso do rolo faca é o perfeito acamamento que promove na vegetação, mantendo a mesma com “pedaços” grandes, não triturados, prestando-se assim a regiões de clima quente, onde a decomposição da palha é rápida.

6.1.3 Triturador de palhas vegetais

É uma máquina montada no engate de três pontos do trator, com boa mobilidade e versatilidade. Possui um conjunto de lâminas rotativas em forma de “L”, articuladas em um eixo, posicionado transversalmente ao deslocamento da máquina. O acionamento do eixo é realizado por uma junta universal e a transmissão de movimento e torque é semelhante às roçadoras. Sua constituição é parecida a uma enxada rotativa.

Como há um grande número de lâminas articuladas no eixo, é possível a ocorrência de desbalanceamento do conjunto. Assim, a troca de lâminas deve ser sempre de forma simétrica. O desbalanceamento por promover rápida fadiga aos materiais e danos a máquina.

Com o deslocamento da máquina, observado na Fig. 6, as lâminas giram em alta rotação, triturando a vegetação e distribuindo-a de forma uniforme sobre o terreno. Geralmente o trabalho é de boa qualidade, com a vegetação picada em pedaços pequenos e relativamente uniformes. O inconveniente é que isto promove uma rápida decomposição microbiana no material. Assim, salvo exceções, não é recomendada para regiões cujo clima é quente e úmido. Outra característica é a possibilidade do material triturado ser transportado com certa facilidade pelo vento e pela água.

Recomenda-se que a velocidade de trabalho varie de 2 a 4 km/h, dependendo do volume de massa vegetal a ser triturada. Assim o rendimento operacional por metro de largura trabalhada será de 0,2 a 0,4 ha/h.



Figura 6 – Triturador de vegetais modelo TRITON trabalhando sobre milho geado no município de Primeiro de Maio-PR, no ano de 2000.

6.1.4 Grade niveladora

As grades niveladoras podem ser utilizadas com restrições no manejo de vegetações. O que se recomenda é que trabalhem com baixo travamento, ou seja, que o ângulo de corte de cada disco em relação à direção de deslocamento não ultrapasse 10^0 . Desta forma a vegetação poderá ser cortada em pedaços maiores que 20 cm de comprimento e o solo sofrerá mínima mobilização.

Existem as grades niveladoras em “X” e as em “V”. As primeiras normalmente são montadas no trator e as em “V” de arrasto. Podem ser à tração animal ou motomecanizadas. Há variações entre modelos e fabricantes no número, diâmetro e espaçamento entre os discos no eixo da

grade. Desta forma, umas possuem maior peso por unidade de largura de corte que as outras, podem picar a palha em pedaços maiores ou menores. Outra característica são os discos, que podem ser lisos ou recortados. Recomenda-se os recortados, principalmente no conjunto frontal da grade, quando se deseja obter um corte mais efetivo da palha. A Fig. 7 apresenta uma grade em “X” efetuando o manejo do consórcio aveia preta + nabo pivotante, após sua dessecação.

Sua grande vantagem é o rendimento operacional. Podem trabalhar no manejo de vegetações em velocidades que variam de 4 a 8 km/h. Não é recomendável trabalhar a velocidades maiores, pois o efeito de corte pode não ser efetivo. Não são tão eficazes quanto o rolo faca, pois a agressividade dos discos sobre a vegetação é menor, mas em algumas situações pode ser útil, dependendo do material, de seu estado, da quantidade e das regulagens da grade. Uma grade niveladora pode ter um rendimento por metro de largura de trabalho de 0,4 a 0,8 ha/h.



Figura 7 – Grade niveladora em “V” montada, manejando palha de aveia preta + nabo pivotante na propriedade de Elídio Variani em Medianeira-PR, no ano de 1999.

6.2 INTRODUÇÃO A SEMEADORAS DE PLANTIO DIRETO

O processo de semeadura visa a implantação de sementes no solo promovendo condições para sua germinação, emergência e desenvolvimento das plantas. As máquinas que efetuam esta tarefa são denominadas de semeadoras.

Existem muitos tipos de culturas, com sementes de diferentes formas e dimensões, exigências agronômicas como espaçamentos, densidades de semeadura, profundidade, teor de água, aeração, temperatura, contato com o solo, suscetibilidade a pragas, doenças, ervas daninhas, acidez e exigência em fertilidade. Para tanto, não seria fácil que uma única máquina cumpra adequadamente todas estas funções.

Na prática existe dois tipos de semeadoras para o PD quanto ao tipo de distribuição de sementes: as de precisão e as de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão, popularmente denominadas de “plantadeiras” caracterizam-se por distribuir sementes espaçadas a distâncias supostamente homogêneas no sulco de semeadura. No Brasil, estas máquinas utilizam principalmente dosadores e componentes em contato com o solo que impedem que trabalhem a espaçamentos inferiores a 40 cm. Trabalham com culturas de sementes graúdas como milho, soja, feijão, mucuna, algodão, mas também semeiam sementes miúdas como o sorgo, desde que distanciadas em média a mais 4 cm entre elas no sulco ou linha de semeadura.

As semeadoras de fluxo contínuo, popularmente denominadas “semeadeiras”, distribuem grandes quantidades de sementes no sulco de semeadura, com que a distância entre elas seja pequena (inferior a 4 cm) e sem precisão. Caracterizam-se por distribuir sementes miúdas, como o trigo, aveia, centeio, moha, nabo, milheto, etc., mas também, podem distribuir sem precisão sementes maiores como as de soja, ervilha, tremoço entre outras. Pelo fato de utilizarem dosadores e componentes em contato com o solo mais estreitos, trabalham com espaçamentos menores, de 15 a 20 cm entre linhas.

Existem no mercado as multissemeadoras, ou seja, máquinas que semeiam em precisão e fluxo contínuo, mediante a transformação de seus dosadores e componentes em contato com o solo. São importantes para o produtor que não deseja possuir duas máquinas.

6.3 SEMEADORAS DE PRECISÃO

6.3.1 Fatores que afetam a semeadura

Em PD, o revolvimento do solo deve ser mínimo. As máquinas semeadoras devem cortar a palha sobre a superfície do solo, evitando assim, embuchamento nos demais componentes. Devem abrir um sulco para depositar o fertilizante na dosagem, posição e profundidade adequada. Este sulco deve ser fechado e em seguida aberto novamente para a deposição das sementes na dosagem, posição e profundidade desejada. Após isso, ele deve ser fechado com solo, retornando também a palha anteriormente retirada da linha de semeadura sobre o sulco e finalizar com uma adequada compactação do solo lateralmente às sementes, para que essas absorvam água durante seu processo de germinação e emergência. Observa-se que para cumprir essas funções a semeadora deve possuir um conjunto de sistemas e componentes.

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.

O primeiro fator a ser destacado é a dosagem de sementes, considerando que as recomendações agronômicas estejam entre e 3 e 25 sementes por metro, como é o caso do milho semeado em espaçamentos estreitos (45 cm) e soja em densidades elevadas.

As sementes distribuídas em precisão variam em formato, uniformidade, rugosidade e dimensão. A Fig 8 e a Tabela 1 apresentam parâmetros de sementes de diferentes culturas que necessitam de uma semeadora de precisão, para serem adequadamente distribuídas. Nesta relação encontram-se sementes de culturas alimentícias e plantas de cobertura de inverno e verão.



Figura 8 – Da esquerda para a direita, sementes de ervilha, tremoço branco, guandu anão, lab-lab, mucuna preta, mucuna anã, feijão de porco, feijão, soja, algodão com linter, milho e sorgo forrageiro.

Tabela 1 – Características dimensionais de algumas sementes utilizadas em máquinas de precisão.

	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Densidade sementes (g/cm ³)	Peso 1000 sementes (g)
Ervilha Iapar 83	6,13	4,98	-	0,82	128,9
Tremoço branco	10,86	4,95	-	0,78	371,0
Guandu anão	5,96	4,07	-	0,84	70,85
Lab-lab	11,02	7,30	4,40	0,80	217,1
Mucuna preta	14,59	10,72	7,26	0,89	714,4
Mucuna anã	11,65	10,12	7,97	0,86	588,1
Feijão de porco	17,64	11,83	8,50	0,86	1181,8
Feijão carioca	10,34	6,69	4,65	0,82	245,8
Soja	7,35	6,61	5,63	0,73	164,2
Algodão	8,64	4,92	-	0,33	109,3
Milho	12,2	7,45	4,34	0,82	295,2
Sorgo forrageiro	3,82	2,28	-	0,76	19,7
Tremoço azul	7,49	5,79	-	0,76	194,6
Ervilha forrageiro	5,57	-	-	0,82	128,9
Feijão branco	13,34	9,54	5,70	0,76	494,2
Mucuna cinza	15,23	11,35	7,86	0,84	999,8
Mucuna verde	12,41	9,98	7,10	0,86	601,3

Outro fator está na uniformidade das sementes de uma mesma espécie e cultivar, além de possíveis tratamentos que a mesma possa sofrer, como inoculantes, inseticidas e fungicidas, que alteram seu coeficiente de atrito e dificultam as mesmas de se alojarem adequadamente nos alvéolos dos dosadores. Por este motivo é que se recomenda, na maioria das vezes, o uso de grafite como lubrificante seco.

A profundidade que o fertilizante e as sementes são depositadas no solo deve ser adequada, uniforme e na dosagem correta. Este parâmetro é importante para que as plantas desenvolvam-se uniformemente. Em PD, salvo exceção, o fertilizante e as sementes são depositados no mesmo sulco, mas é importante que estejam espaçados preferencialmente 5 cm um do outro. O fertilizante nitrogenado, seguido do potássio, é muito higroscópico,. A semente atua como uma bomba de água, absorvendo-a do solo através de uma diferença de potencial. Estes elementos químicos podem prejudicar e até impedir que ela assim atue. A Fig. 9 mostra o efeito na germinação do milho semeado com adubo (10-20-20) abaixo, acima e junto das sementes.

A profundidade recomendada para as sementes depende de vários fatores. Sementes de dicotiledôneas como o feijão e soja, ao emergirem levam seus cotilédones para fora do solo, sendo sensíveis a semeaduras profundas, principalmente com a ocorrência de impedimentos sobre as mesmas, como torrões, pedras e crostas superficiais.

As gramíneas são monocotiledôneas, deixando as sementes no solo, elevando somente o mesocótilo quando no interior do solo e o coleóptilo para fora da superfície. Também não deixam de ser sensíveis, principalmente as miúdas, como o sorgo, por terem poucas reservas de amido.

As recomendações agronômicas para a semeadura por máquinas de precisão estão entre 3 a 6 cm de profundidade. Culturas como o milho e soja reduzem sensivelmente a velocidade de emergência a temperaturas abaixo de 20^o Celsius. A Fig. 9 apresenta o efeito da profundidade de semeadura de milho na sua germinação, onde a temperatura é menor com o aumento da profundidade.



Figura 9 – Raiz do milho três dias após a semeadura a diferentes profundidades, com adubo abaixo, acima e junto das sementes.

Somente as sementes viáveis germinarão, parâmetro definido pelo teste de germinação. Mas as sementes podem possuir vigor baixo e variável, significando que as mesmas possam não ter reservas suficientes para emergir, principalmente se a semeadura ou o ambiente em que foram implantadas seja desfavorável.

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. O solo está na consistência friável quando conseguimos moldá-lo com as mãos e depois, com um leve toque dos dedos ele esboroa-se, podendo ser moldado novamente. Com um pouco mais de umidade, torna-se plástico, onde as deformações são permanentes,

aumentando-se a aderência, podendo provocar compactação, selamento e espelhamento.

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 mal atuação dos compactadores, palha que foi empurrada para dentro do sulco, ocorrência de torrões ou espelhamento das paredes do sulco de semeadura.

Para a manutenção da umidade do solo, a existência de palha sobre o terreno é imprescindível. Na condição de clima tropical e sub tropical, as temperaturas são elevadas por ocasião da semeadura e a palha auxilia amenizá-la e mantê-la na condição favorável para a germinação e emergência.

6.3.2 Tipos e características das semeadoras de precisão

Para que uma semeadora de precisão cumpra sua função, deve possuir um conjunto de sistemas, subsistemas e componentes, que podem ser subdivididos em:

Sistema de engate (1) e acoplamento, estrutura, sistema de marcação de linhas (2), sistema de levantamento e transporte, sistema de acionamento, sistema de transmissão (3), depósito de fertilizante (4), depósito de sementes (5), sistema de dosagem e deposição de fertilizante (6), sistema de dosagem (7) e deposição de sementes, unidade de semeadura composta por sistema de rompedores de solo (8) e sistema de acabamento de semeadura (9), sistemas de transferência de peso à componentes (10), finalizando com as plataformas para apoio e segurança dos operadores (11). As Fig. 10 e 11 mostram alguns desses sistemas e componentes.



Figura 10 – Semeadora de precisão Premium 10.000 da Vence Tudo com indicação de diferentes sistemas de sua constituição.



Figura 11 - Semeadora de precisão Exata 2980 da Jumil com indicação de diferentes sistemas de sua constituição.

a) Sistema de engate e acoplamento

As semeadoras de precisão, quanto ao sistema de engate, podem ser de arrasto quando acopladas na barra de tração do trator ou montada no engate de três pontos do mesmo.

As máquinas montadas são mais apropriadas para propriedades pequenas, onde há necessidade de realizar muitas manobras e arremates. Possuem como limitação a capacidade de levante do sistema hidráulico de três pontos do trator. Por este motivo são mais compactas e leves, visando trazer o centro de gravidade da semeadora próximo ao trator (Fig. 12).

As semeadoras de arrasto, mais frequentes no Brasil, são mais práticas para serem acopladas e tracionadas, com o inconveniente de necessitarem de grande espaço para realizarem as manobras. A Fig. 11 mostra o cabeçalho da semeadora (seta 1) com o ponto de engate da mesma na barra de tração do trator.



Figura 12 – Multissemeadora montada SA11500 da Vence Tudo na versão em precisão.

b) Estrutura

É sobre a estrutura que se apóiam todos os sistemas e componentes da semeadora. Na sua maioria são monoblocos, ou seja, uma única estrutura rígida possuindo subestruturas para possibilitar a fixação de outros componentes. São compostas de vigas e chapas de aço de forma a atender o “lay out” da máquina.

A Fig. 13 mostra uma estrutura típica de semeadoras de precisão, onde se observa que o cabeçalho apóia-se diretamente nas chapas intermediárias da estrutura, que devem ter um distanciamento mínimo visando rigidez. Durante a realização de curvas e passagem por obstáculos haverão esforços torcionais que poderão causar rupturas nesta região.

As barras inferiores, denominadas de barras porta ferramentas, onde se apóiam principalmente as unidades de semeadura (linhas) devem estar a uma distância do solo mínima para dificultar a ocorrência de embuchamentos. Devem ser livres, sem peças soldadas para facilitar o deslocamento transversal das linhas e regular o espaçamento desejado.

As barras superiores servem de suporte dos depósitos e do sistema de transferência de peso da máquina sobre componentes.

Durante a semeadura pode ocorrer ruptura estrutural, principalmente na passagem por obstáculos como terraços ou na realização de curvas sem levantar os componentes de ataque ao solo. A Fig. 10 mostra a semeadora ultrapassando um terraço de base larga, situação observada com frequência no campo.

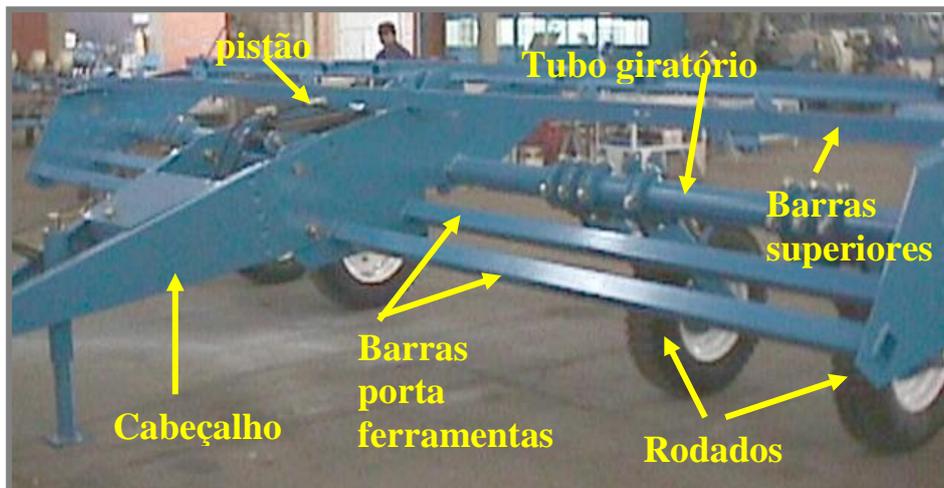


Figura 13 – Estrutura monobloco da PDM 9810 da Metasa com rodados internos e sistema de levante do tipo tubo giratório acionado por um pistão central.

c) Sistema de marcação de linhas

O espaçamento entre as linhas de semeadura é um importante parâmetro na implantação das culturas. O paralelismo das linhas é determinante não somente para que as plantas explorem adequadamente uma área do terreno como também, efetuar práticas culturais na lavoura, permitindo a colheita com máquinas automotrizes.

São os marcadores de linhas que realizam esta função. Trata-se de um mecanismo vinculado ao sistema de levante da máquina que alterna sua posição a direita ou a esquerda quando o pistão é atuado. Posiciona-se lateralmente a semeadora (Fig. 11) com uma haste telescópica regulável e um disco dentado na extremidade.



Figura 14 – Semeadora Magnum 2850 da Jumil com marcadores de linhas.

d) Sistema de levantamento, transporte e acionamento

A maioria das semeadoras de precisão possuem rodados internos à máquina, que se apóiam em tubos giratórios acionados por um único pistão hidráulico (Fig. 13). Outras possuem sistemas independentes de rodados internos, com um pistão menor sobre cada braço de levante da máquina, atuando de forma sincronizada através de válvulas do circuito hidráulico. As vantagens dos rodados internos são: maior estabilidade em tráfego de estradas com obstáculos, melhor distribuição de peso da máquina sobre os rodados e garantia que os rodados não passem sobre as linhas já semeadas. As máquinas de rodados externos, mais utilizadas nas de fluxo contínuo e multissemeadoras têm como vantagens poder trabalhar com espaçamentos estreitos, tornar a máquina mais compacta e possibilidade de ter rodados largos e de maior diâmetro.

As multissemeadoras, que possuem rodados externos, também trabalham com dois pistões que devem atuar de forma sincronizada.

Junto ao pistão ou aos pistões, existe uma alavanca ligada a uma catraca que vincula ou libera o eixo do rodado ao sistema de transmissão da máquina. Quando a máquina está levantada, em posição de transporte, a catraca gira livre e quando abaixada, em posição de trabalho, gira engrenada. Esta peça vem regulada de fábrica, mas pode, ocasionalmente necessitar de ajustes.

Algumas semeadoras possuem um limitador de torque ou dispositivo de segurança que protege o sistema de transmissão quando ocorre o travamento do mesmo.

Como o rodado aciona o sistema de transmissão da máquina, este não deve deslizar. Para tanto, possui um dispositivo com molas e alavancas que pressionam o rodado quando liberado, pois seu peso não seria suficiente para acionar adequadamente a cadeia de engrenagens e os mecanismos de distribuição de sementes e fertilizante.

Os rodados exercem, portanto, um conjunto de funções, mas a principal é o transporte. Para isso, o fabricante e o produtor devem estar preocupados com a capacidade de suporte da mesma, assim como sua largura, o tipo de garras, a pressão de insulflagem, manutenção e troca.

c) Sistema de transmissão

O sistema de transmissão inicia-se nos rodados na grande maioria das semeadoras motomecanizadas. Em algumas montadas, o acionamento pode ser realizado pelas rodas compactadoras (Fig. 15 A), que para isso são de grande diâmetro e com ressaltos para evitar o deslizamento. Nas semeadoras de tração animal o acionamento pode ser pelas rodas compactadoras, rodados auxiliares ou no próprio disco de corte.

Existe, a partir do rodado acionador, uma cadeia de engrenagens até o eixo vinculado aos discos dosadores de sementes ou de fertilizantes, que devem girar a velocidades compatíveis a dosagem de sementes e fertilizante.

No caso do número das sementes, as recomendações agronômicas variam de 3 a 25 sementes por metro linear de sulco, sendo que muitas semeadoras oferecem possibilidades de 2 a 40. Desta forma, um rodado com 80 cm de diâmetro, por exemplo, cujo perímetro é de 251 cm, deve estar sincronizado com a cadeia de engrenagens para distribuir entre 3 e 25 sementes por metro. Portanto, o sistema de transmissão deverá possuir uma relação de transmissão variável. Para isso, conta com a possibilidade de troca de engrenagens associada a troca de discos com diferentes números de orifícios. No caso das máquinas com dosadores pneumáticos, com dedos prensos ou copos coletores o princípio é o mesmo. Lembra-se que isto independe da velocidade de trabalho, como será discutido posteriormente.

Como recurso, as semeadoras disponibilizam várias engrenagens e discos para serem substituídos, ou nas máquinas mais recentes, as engrenagens vêm montadas em caixas de câmbio de rápida regulagem (Fig. 15 A). O sistema “speed box” da Solografic (Fig. 15 B) é muito prático, compacto e permite grande amplitude na escolha da relação de transmissão.

Uma caixa de câmbio com 5 engrenagens motoras e 5 movidas poderá oferecer 25 relações de transmissão. Muitos fabricantes adicionam mais duas engrenagens diferentes na saída da caixa de câmbio, ampliando para 50 opções. A variação da relação de transmissão para sementes para uma semeadora com roda de 80 cm de diâmetro, está entre 0,2 e 0,9, ou seja a cada volta do pneu, o disco de semente executa 0,2 a 0,9 voltas com 50 possibilidades intermediárias. Os fabricantes disponibilizam tabelas, onde o produtor pode selecionar as engrenagens em função das sementes desejadas por metro.

Com o fertilizante o esquema é semelhante, sendo que as recomendações variam entre 50 e 600 kg/ha. Quando maior, exige uma relação de transmissão específica. Deve-se considerar também o modelo do dosador, que permite variação da dosagem através de sua regulagem.

Para semeadoras com caixas de câmbio a relação de transmissão varia entre 0,45 e 3,50, do pneu ao eixo de acionamento do dosador de fertilizante do tipo rosca sem fim. Em máquinas com outros dosadores, como a curva de vazão é diferente, também a relação de transmissão difere. No entanto sempre deve haver uma tabela para auxiliar a escolha de engrenagens.

Recomenda-se seguir as indicações da tabela como um auxílio à regulagem, que deve ser realizada com a máquina parada e posteriormente no campo, sujeito as vibrações promovidas pelo terreno. O maior problema com o fertilizante é a variação da granulometria e densidade.



A) **B)**
 Figura 15 – Semeadora montada JM 2090 da Jumil “A” com rodas compactadoras como acionadoras da cadeia de engrenagens, sem caixa de câmbio (A) e sistema prático de troca de engrenagens “speed box” da Solografic da ATB/Baldan (B).

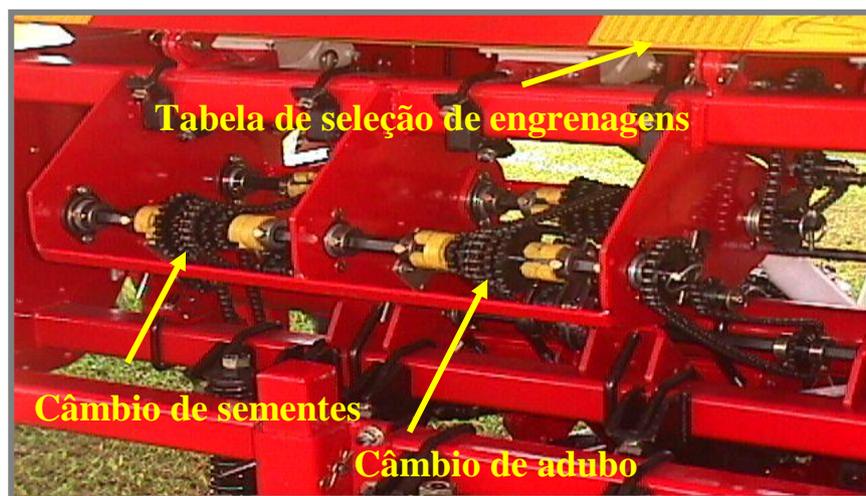


Figura 16 – Caixa de câmbio de sementes e fertilizante.

f) Sistema de acondicionamento, dosagem e deposição de sementes

O acondicionamento de sementes é realizado em depósitos. No caso das semeadoras de precisão a maioria são montados acima dos dosadores, movimentando-se com estes, como pode ser observado nas Fig. 9, 13 e 17. Podem também serem fixos sobre o chassi como apresentado na Fig. 4 ou como em algumas máquinas multissemeadoras que possuem um depósito sobre o chassi e depósitos menores sobre os dosadores de sementes, popularmente chamados de “pipoqueira” (Fig. 17). A grande maioria dos depósitos são de plástico. A principal vantagem é a resistência a corrosão,

moldagem e leveza e, nos últimos anos, tem melhorado gradativamente sua resistência ao sol e rigidez. Seu uso caracteriza-se como uma tendência de mercado.

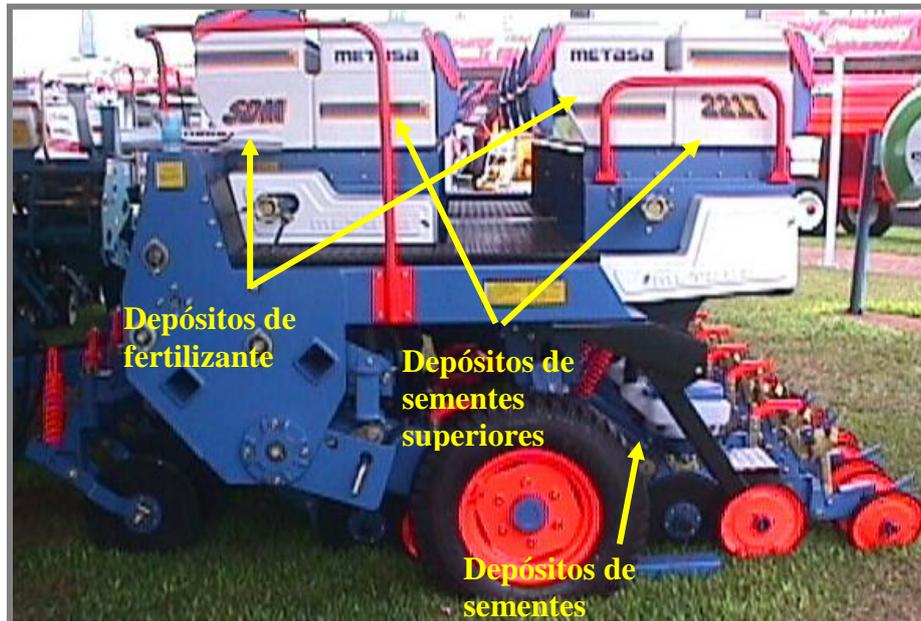


Figura 17– Sistema de acabamento de semeadura da multissemeadora SDM 2217 da Metasa

A dosagem de sementes é realizada por discos horizontais alveolados (Fig. 18 A) na maioria das semeadoras de precisão brasileiras. São o coração da máquina semeadora pois têm a função de capturar, individualizar, dosar e liberar as sementes.



A)

B)

Figura 18 – Sistema de dosagem com discos alveolados da MPS 1600 da Imasa (A) e pneumático da Exata 2590 da Jumil (B).

Os dosadores pneumáticos (Fig. 18 B) possuem as mesmas funções. Outros sistemas já utilizados nas máquinas nacionais, como os de dedos prensos e copos coletores, praticamente não são mais comercializados. A primeira regulagem a fazer com o dosador de sementes é definir o número, forma e diâmetro dos orifícios. Nos discos alveolados, os orifícios possuem formato redondo ou oblongo, dependendo das características das sementes. O número depende da densidade de semeadura.

Uma característica importante é a velocidade tangencial dos orifícios, pois se a mesma for superior a 15 cm/s as sementes não conseguirão se alojar nos alvéolos do disco (TOURINO 1993). Sementes redondas apresentam menores problemas e as com formato irregular ou rugosas necessitam de um cuidado maior. As alternativas que existem são, aumentar o número dos orifícios e do diâmetro do disco e diminuir a velocidade da semeadora. As semeadoras com dosadores pneumáticos (Fig. 19) permitem trabalhar com velocidades maiores, mantendo boa distribuição das sementes, que também são limitadas.

A Fig. 19 apresenta discos de sementes com 90, 78 e 40 orifícios da marca Scherer, fornecedor de vários fabricantes nacionais. Observa-se que variam não somente o número, mas o formato, diâmetro e profundidade do orifício. Os discos perfurados apóiam-se sobre anéis com saída para a tubulação de descarga (Fig.19, centro) e ejetores do tipo roletes (Fig. 19, direita), em fileira simples ou dupla, de acordo com a necessidade do disco.

As sementes alojadas no depósito devem ser capturadas pelos orifícios do disco horizontal ou succionadas quando a vácuo, em seguida individualizadas. Nos dosadores de discos horizontais há uma câmara posicionada sobre os discos. À medida que este gira, as sementes alojam-se sobre os orifícios, onde são dosadas. Um dispositivo limpador de sementes (Fig. 20) elimina o excesso, individualizando-as. Dentro da câmara, há um ejetor em cada fileira de orifícios com o mesmo passo entre os mesmos, que expulsa a semente em direção ao tubo de descarga.

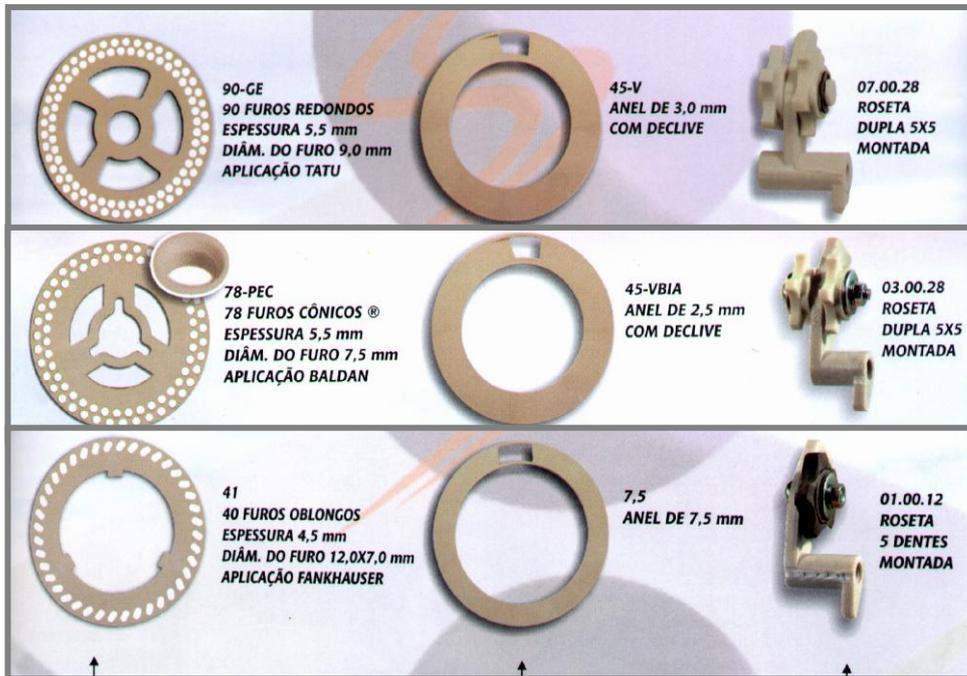


Figura 19 – Discos horizontais alveolados, com anéis e ejetores de roletas da marca Scherer.

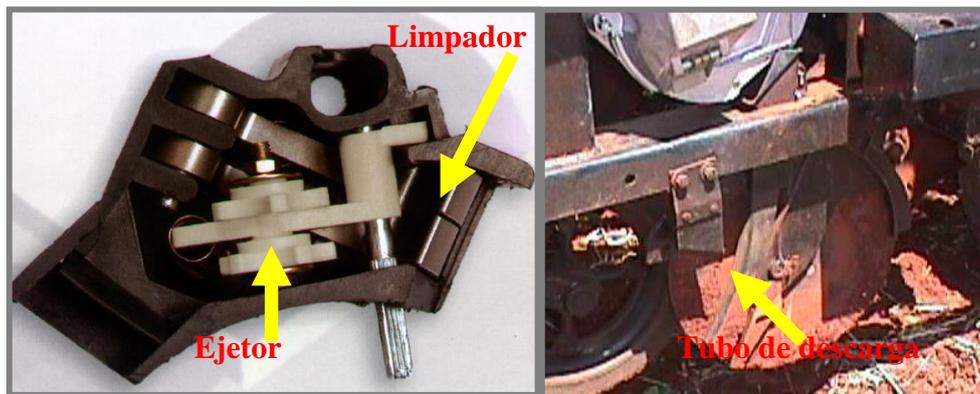


Figura 20 – Câmara de individualização e ejeção de sementes em dosadores do tipo discos alveolados e tubulação de descarga na saída de um dosador de sementes a vácuo.

No caso dos dosadores pneumáticos, as sementes são capturadas por vácuo parcial ou pressão junto dos orifícios de um disco. Existe um dispositivo limpador que individualiza as sementes que deve ser regulado com cuidado, assim como a pressão do fluxo de ar (positiva ou negativa). Quando a semente chega próximo do tubo de descarga, o vácuo ou pressão é

bloqueado, caindo. Os dosadores pneumáticos usados atualmente no Brasil são a vácuo.

Qualquer erro que ocorra neste conjunto chamamos de erro de dosagem. Pode-se alojar mais do que uma semente por orifício ou nenhuma, que é comum com os discos girando rapidamente. As sementes deixam o sistema de dosagem e entram na tubulação de descarga. Assim, a precisão obtida no dosador pode ser prejudicada na tubulação de descarga.

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.

A Fig.20 mostra o interior de um disco duplo, a tubulação de descarga com curvatura voltada ao contrário da direção de deslocamento da máquina. Este detalhe é muito importante. Uma semeadora deslocando-se a velocidade de 5 km/h, por exemplo, depositam as sementes na mesma velocidade. Assim, 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.

Considerando, por exemplo, o espaçamento entre sementes na linha de 10 cm, a norma 04: 015.06-004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas 1994) determina como sendo aceitável ou normal, que as sementes distanciem-se de 5 a 15 cm, quando inferiores a 5 cm são consideradas duplas e acima de 15 cm é que ocorreu uma falha. Em culturas como o milho, com poucas sementes por metro, é importante que haja mais de 75% de espaçamentos normais. No caso de soja e feijão essa precisão é difícil de ser obtida.

g) Sistema de acondicionamento e dosagem de fertilizante

O acondicionamento de fertilizante também é realizado em depósitos. São montados acima das barras superiores da estrutura da máquina (Fig. 10, 11, 12, 14 e 19). A grande maioria dos depósitos são de plástico, cujas vantagens já foram citadas, podendo ser de chapa de aço com tratamento e pintura de proteção à ferrugem ou de aço inoxidável. Os depósitos de plástico 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.

Em algumas semeadoras montadas no trator os depósitos são individualizados, como os de sementes montados acima do dosador de fertilizante (Fig. 21). O tamanho do depósito define a autonomia da máquina. Para pequenas e médias propriedades sugere-se que uma semeadora possa percorrer uma distância de 10 km sem precisar de abastecimento. Nesta condição uma semeadora de 7 linhas distribuindo 200 kg/ha de fertilizante, no espaçamento de 45 cm, conseguiria trabalhar em 3,15 ha, precisando de um depósito com capacidade de no mínimo 630 kg, ou seja, 90 kg por linha. Observa-se uma tendência de máquinas com capacidade superior a 200 kg por linha, principalmente para atender a demanda das grandes propriedades do cerrado brasileiro. Deve ser considerado que quanto maior é o peso da máquina, maior é a potência para tracioná-la, mais reforçada e cara a sua estrutura.

No Brasil o fertilizante usado é sólido e na maioria das vezes granulado. Para a semeadora é imprescindível conhecer a granulometria do material. A Tabela 2 mostra um exemplo de estratificação por peneiras de um fertilizante granulado. Nesse caso há uma grande concentração nas peneiras acima de 2 mm. Com as vibrações do sistema, os grânulos maiores e de menor densidade posicionam-se acima da massa de fertilizante.

A densidade média dos fertilizantes granulados está entre 1,1 e 1,2 g/cm³, ao passo que existem fertilizantes, como o hiperfosfato, que é um pó de alta densidade (1,7). Isso mostra que deve-se sempre conferir em campo as recomendações da tabela de regulação fornecida pelos fabricantes.

Tabela 2 – Análise granulométrica de um fertilizante

Peneira (mm)	Porcentagem
4,00	1,5
3,36	19,1
2,00	62,9
1,68	7,2
1,00	7,0
<1,00	2,3

Os fertilizantes apresentam várias dificuldades. Sua grande higroscopicidade faz com que absorvam facilmente água do ar e com o tempo “empelotem”, podendo obstruir os dosadores ou até danificá-los. Há ainda o seu efeito corrosivo.

Existem várias opções de dosadores de fertilizante no mercado brasileiro. As Fig. 22 a 26 apresentam alguns modelos. Todos apresentam suas vantagens e desvantagens. 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.

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 então capturar o fertilizante, desestruturá-lo, conduzi-lo em doses desejadas e liberá-lo na tubulação de descarga. Nas Fig. 21 e 22 as opções de aletas rotativas e rotores dentados, conduzem o adubo a uma comporta com abertura variável, liberando-o ao tubo de descarga.

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.

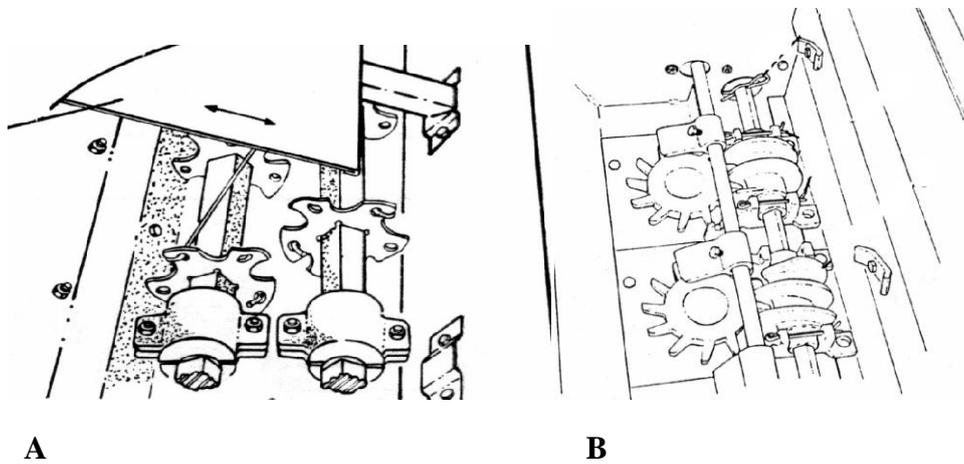


Figura 21 – Dosador com aletas rotativas e comporta da MPS da Imasa (A) e dosador de rotores dentados acionados por sem fim e abertura com comporta da MPS 6414 da Vence Tudo (B).

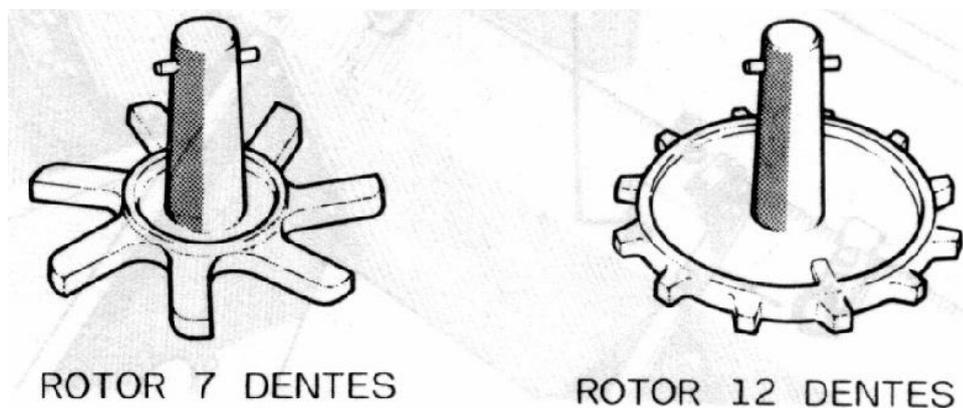


Figura 22 – Dosadores dentados de dentes longos e curtos da TD da Semeato.

Nas Figuras 23 e 25 estão apresentados os dosadores do tipo rosca sem fim. Podem estar posicionados paralelos ao deslocamento da máquina ou transversais a esta. Quando paralelos, entende-se que deveria haver uma distribuição mais homogênea entre as linhas, em terrenos inclinados. Os transversais, por sua vez, possuem somente mancais na extremidade dos semi-eixos, economizando pontos de lubrificação.

Os dosadores com roscas sem fim são conhecidos por quebrarem com facilidade as “pelotas” de adubo. O dosador com roletes dentados da SMT (Fig. 22), 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.

O dosador da Fertisystem (Fig. 23) apresenta uma comporta, semelhante a um vertedouro, minimizando o efeito de pulsos da rosca sem fim. Seu projeto também facilita a limpeza e manutenção do conjunto, com material plástico e resistente a corrosão e mancais blindados evitando o uso de graxeiras.

A Fig. 24 mostra os sem fim com passo de 1” e 2”. O passo menor apresenta menor vazão mas melhor uniformidade. Desta forma, as alternativas de regulagens da dosagem de fertilizante pode ser feita pela mudança de relação de transmissão com a troca de engrenagens e a troca de rosca com diferentes passos.

A Fig. 25 mostra a facilidade de remoção do sem fim para a realização de limpeza. O sem fim da Fankhauser é individualizado, vinculando-se em série um ao outro por uma articulação cilíndrica, a qual permite movimentos no eixo, para que os dosadores não travem. O sem fim da Stara/Sfil, é inteiriço e pode ser removido.

Saindo do dosador, o fertilizante cai nas mangueiras. A Fig. 26 mostra duas alternativas muito utilizadas nas semeadoras: o tubo telescópico e as mangueiras 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 semeadura. São conectados ao tubo final de descarga, vinculado a hastes sulcadoras ou discos abridores do sulco.

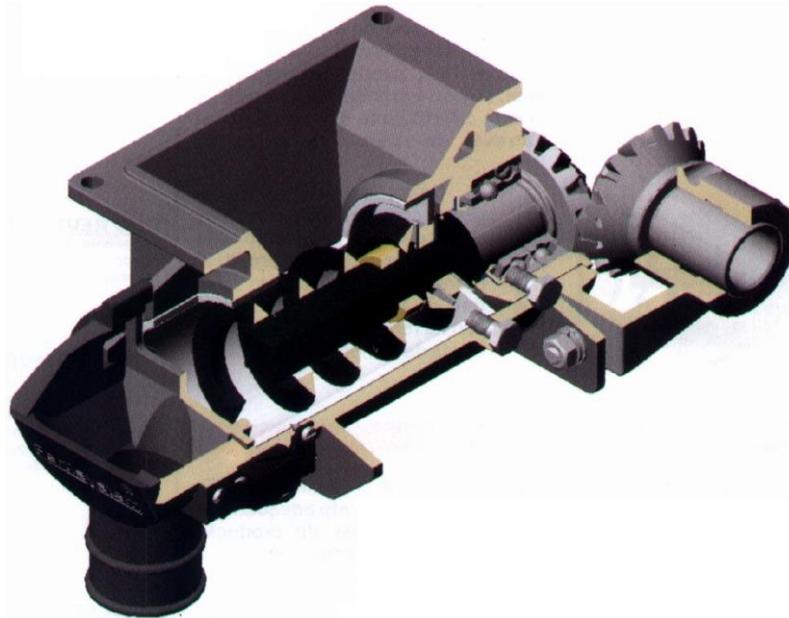


Figura 23 – Dosador com rosca sem fim da Fertisystem, posicionado paralelo a direção de deslocamento da máquina.

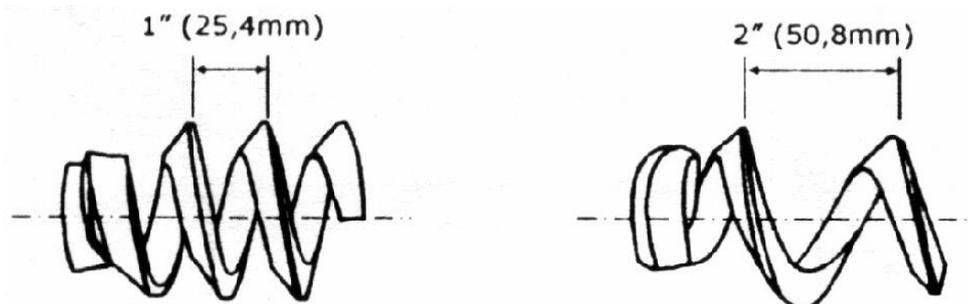


Figura 24 – Roscas sem fim com passo de “1 e 2”.



Figura 25 – Dosadores de rosca sem fim da 5030 da Fankhauser (esquerda) e PSM 10.000 da Stara/Sfil, transversais ao deslocamento da máquina.

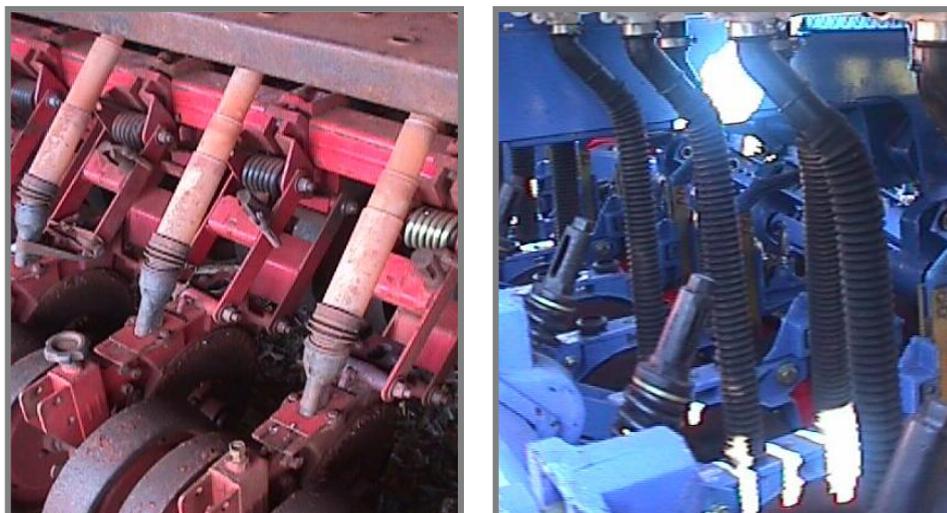


Figura 26 – Mangueiras telescópicas da SHM da Semeato (esquerda) e mangueiras sanfonadas da SDM da Metasa.

h) Unidade de semeadura

Em PD as unidades de semeadura trabalham em linha. São elas que possuem os componentes que atuam diretamente com o solo. Na grande maioria das vezes o sulco de fertilizante está alinhado com o de sementes. Somente em situações em que o solo apresenta baixa resistência à penetração consegue-se desalinhar esses sulcos. Desta forma deve-se regular bem a profundidade do sulco de adubo e sementes, para que não fiquem juntos. As unidades de semeadura devem realizar todas as funções de uma semeadora excetuando-se a dosagem de fertilizante e sementes, responsabilidade dos sistemas de dosagem e condução.

As semeadoras existentes no Brasil apresentam estratégias variadas de montar e posicionar as unidades de semeadura na máquina. Na maioria das vezes as semeadoras não atendem de forma completa todas as funções. Considera-se que existam diferentes características de solo, clima, vegetação, tamanho de propriedades, culturas exploradas e tipo de produtor. Assim, muitos fabricantes apresentam estratégias de montagem de unidades de semeadura com diferentes componentes. As Fig. 27 a 30 apresentam algumas dessas estratégias utilizadas pelos fabricantes.

A Fig. 27 apresenta a PHM da Morgenstern. A haste sulcadora e a unidade acabamento de semeadura são pivotadas em barras porta ferramenta. Os discos de corte são fixados em outra barra a frente. O sistema pivotado facilita nas transmissões até o dosador de sementes, mas faz com que o ângulo da haste sulcadora e o ponto de convergência dos discos duplos variem de posição durante as ondulações do terreno.

Observa-se que a transferência de pressão da estrutura sobre a haste e a unidade de acabamento de semente é realizada por molas. A PHM possui as linhas em zig zag, recurso importante para evitar embuchamentos.

A Fig. 28 mostra outra estratégia de unidade de semente denominada sistema “pula pedra”. O disco de corte e a haste sulcadora são unidos por uma barra, e a medida que o disco passa por uma pedra ou obstáculo, a haste é elevada e liberada após a passagem do mesmo. A unidade de acabamento de semente é presa e articulada logo atrás, tornando a unidade de semente bem compacta.



Figura 27 – PHM da Morgenstern com unidades de semente pivotadas.



Figura 28 – Unidade de semente da SMT 6414 da Vence Tudo.

A Fig. 29 apresenta uma semeadora montada, com os discos de corte e hastes sulcadoras presas na estrutura e a unidade de semente fixada em sistema pantográfico. Este sistema faz com que todos os componentes trabalhem sempre paralelos a linha do solo.



Figura 29 – Unidade de semeadura da JM 2090 da Jumil.

A Fig. 30 apresenta uma semeadora com sistema pantográfico nas hastes sulcadoras e no sistema de acabamento de semeadura. Os discos de corte são fixos na estrutura, mas com possibilidade de serem regulados verticalmente.

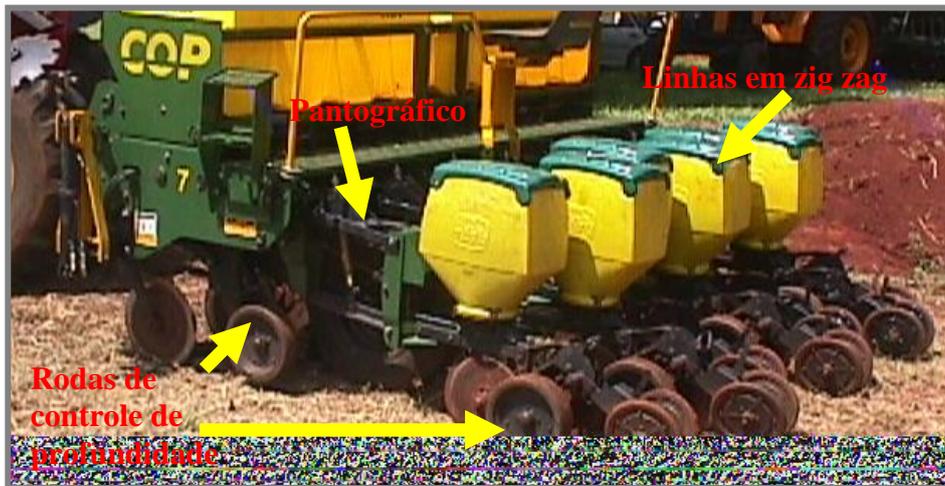


Figura 30 – COP TRA da Tatu.

i) Rompedores de solo

São os que realizam o primeiro contato com o solo, cortando a palha e abrindo um sulco, sobre o qual os outros componentes trabalharão. Os discos de corte mais utilizados são os lisos, com diâmetro entre 15” e 20”. Quanto maior o diâmetro dos discos, maior é a força necessária para que os mesmos penetrem no solo, devido sua maior área de contato. No entanto, têm a vantagem de passarem sobre a vegetação e apresentarem menos problemas de embuchamento.

Ainda existem em uso discos corrugados, estriados e trabalhos de pesquisa com discos dentados. O assunto não se esgotou, podendo surgir novidades no mercado. Para que os discos atuem efetivamente cortando a palha, esta deve estar seca ou tenra. A palha úmida apresenta muita resistência ao corte. O solo também deve funcionar como uma contra faca, ou seja, se estiver muito macio a palha será empurrada para o fundo e não será cortada apropriadamente.

Toda palha mal cortada será capturada principalmente pela haste sulcadora, provocando embuchamento. Por este motivo, agricultores aguardam o momento ideal para a semeadura em PD. No período da manhã, ainda pode haver orvalho e palha murcha. O tempo de dessecação com herbicidas deve ser observado, aguardando-se que a vegetação seque. Para o corte da palha, a condição de solo seco é mais favorável, que não é recomendável para a semeadura. Recomenda-se semear com o solo na consistência friável. Entretanto, devido ao curto período disponível para a semeadura, que ocorre em muitas regiões brasileiras, o produtor é obrigado a semear com o solo com certa plasticidade.

Em solos argilosos com consistência plástica e com palhas, há aderência nos discos, podendo causar embuchamento. Portanto, é importante que as barras de suporte dos discos tenham um formato de ferradura e distanciem mais de 6 cm da superfície do disco. Os discos de corte foram projetados para cortar a palha, não ultrapassando a profundidade superior a 6 cm no terreno. Quanto mais fundo trabalham, maior é a mobilização indesejável do solo. A Fig. 31 mostra a ocorrência de embuchamento no disco de corte. O desalinhamento dos discos de corte em zig zag ajuda a evitar embuchamentos.

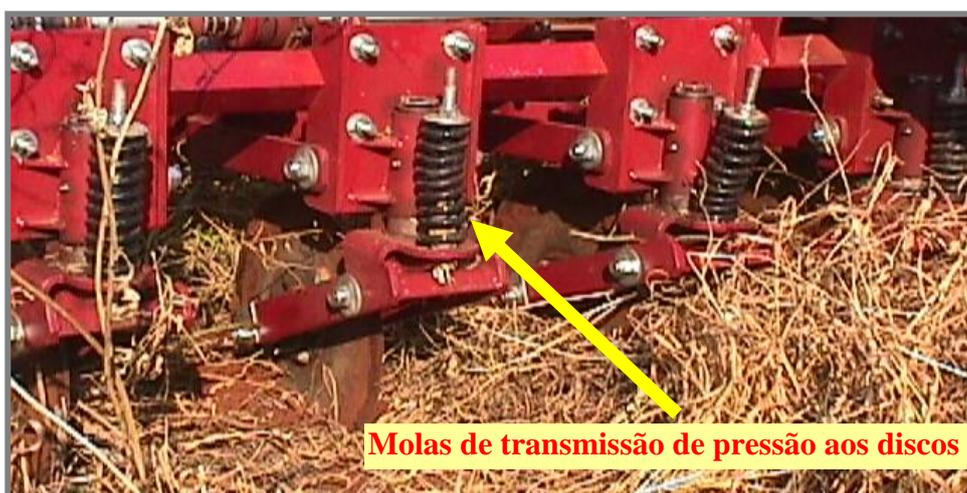


Figura 31 – Embuchamento ocorrido na região dos discos de corte.

Existem alternativas conjugadas de corte de palha e abertura de sulco, como são os discos simples com roda de controle de profundidade e

discos duplos desencontrados apresentados na Fig. 32. É apresentado também na Fig. 33 o conjunto rompedor composto de disco de corte e haste sulcadora.



Figura 32 – Rompedores de solo com discos simples (A), duplos (B) e disco de corte e haste da semeadora 908 RT da John Deere (C).

O uso dos discos como abridores de sulco mobilizam menos o solo, mantêm a palhada sobre o terreno, exigem menos potência do trator e provocam menos embuchamento. No entanto, não se aprofundam adequadamente em solos argilosos e com adensamento superficial, podendo depositar o adubo junto às sementes, prejudicando a germinação, a emergência e a implantação das culturas.

Outra alternativa existente é o disco de corte com facão guilhotina, apresentado na Fig. 33. Nesta figura também é apresentada a possibilidade de trocar os discos duplos pela haste sulcadora, opção oferecida por quase todos os fabricantes.

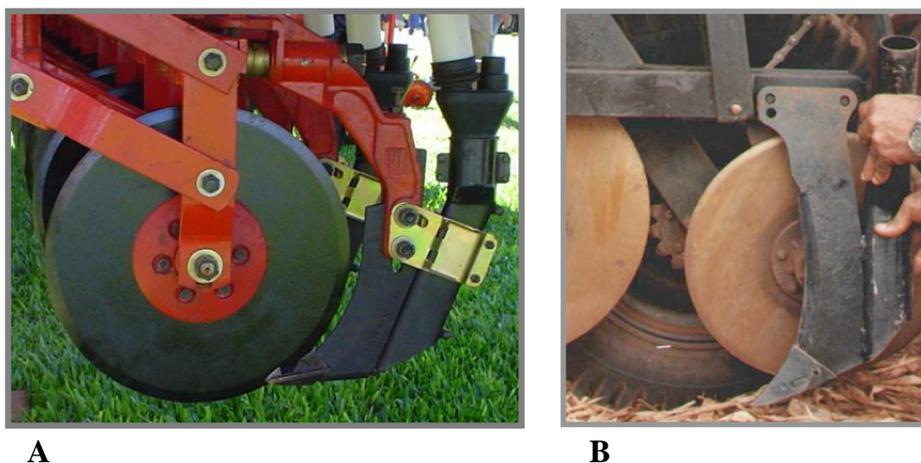


Figura 33 – Rompedor com disco de corte e facão guilhotina da Semeato (A) e discos duplos desencontrados ou facão da Tatu (B).

Estudos conduzidos pelo Iapar no início de novembro de 1999 (CASÃO JUNIOR, 2001) com produtores de referência dos municípios lindeiros a represa de Itaipu, mostraram que a semeadura de soja em solos argilosos com a utilização de hastes sulcadoras teve emergência média de 64% e com discos duplos 48%, após um período sem chuvas na região (Fig. 34).

**A****B**

Figura 34 - Cultura de soja semeada com discos duplos (A) e com hastes sulcadoras (B).

Os fabricantes de semeadoras usam diferentes tipos de desenhos de hastes sulcadoras em suas máquinas. Nos últimos anos o IAPAR vem estudando o desempenho desses componentes isoladamente, observando que há grandes diferenças quanto ao esforço exigido para tracioná-los e o volume de solo mobilizado, propondo um novo desenho, principalmente para trabalho em solos argilosos. Este assunto será apresentado posteriormente com maiores detalhes. A Fig. 35 mostra uma haste sulcadora com desgaste em função do uso, juntamente com a primeira haste proposta para adaptação pelo IAPAR em 2000 no produtor Aldecir Terol de Santa Helena. A mesma possuía ângulo de ataque de 20° e formato parabólico (CASÃO JUNIOR, 2001).

O material da ponteira é importante, onde concentra quase todo esforço sobre a haste. Devido ao efeito abrasivo, mesmo nos solos argilosos, sua durabilidade varia entre 100 e 200 ha trabalhados.

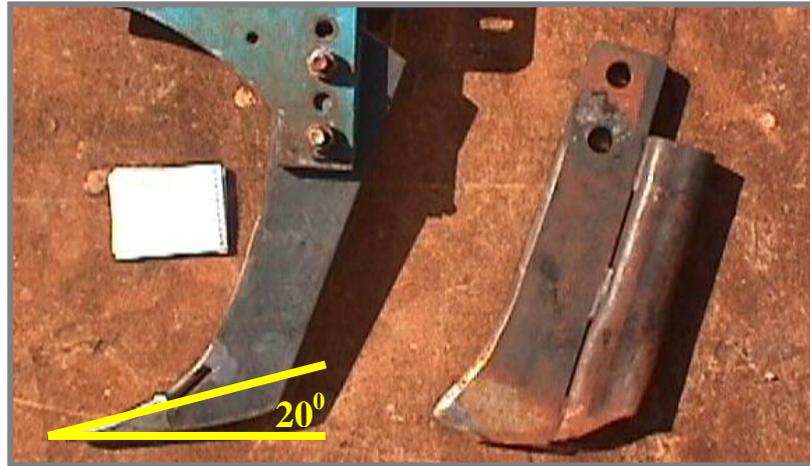


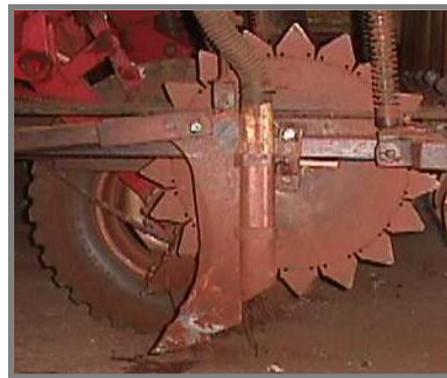
Figura 35 – Haste sulcadora adaptada pelo IAPAR em Santa Helena - PR e haste gasta.

Os estudos realizados pelo IAPAR recomendam que a profundidade do sulco seja em torno de 10 cm. Sabe-se que quanto maior for a profundidade maior será a exigência de tração e a mobilização do solo, o que não é desejado. Outro fator importante é a variação desta profundidade.

Em 60 semeadoras de precisão avaliadas pelo IAPAR, as hastes sulcadoras variaram em média 15% na profundidade. Em situações como a passagem de terraços é possível que a máquina aprofunde-se tanto a ponto do trator não conseguir tracioná-la. Desta forma, recomenda-se o uso de rodas de controle de profundidade das hastes, como observado na Fig. 30 e 36B.. Nesta última, a roda é de maior diâmetro e com garras. Quando posicionada próximo da haste sulcadora, pode ter a função de desembuchá-la.



A



B

Figura 36 - Rodas desembuchadoras da KK 7/4 da Külzer e Kliemann (A) e do Produtor Paulo Rohr de M. C. Rondon-PR (B).

O sulco aberto pelos rompedores de solo deve ser fechado, para que sejam novamente abertos e, as sementes serem depositadas 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, como pode ser observado na Fig. 37.

As hastes sulcadoras podem ser reguladas no sentido vertical e horizontal, aprofundando-se mais ou menos e distanciando-se mais ou menos dos discos de corte. Geralmente, são fixas por dois parafusos, onde um deles é de menor diâmetro, com a finalidade de se romper, a um determinado esforço máximo, para não danificar a máquina.



Figura 37 – Rompedores de solo da PDM 9810 da Metasa, com discos aterradores após a haste sulcadora.

j) Unidade de acabamento de semeadura

Após o trabalho dos rompedores de solo, inicia-se a atuação dos componentes de acabamento de semeadura. A deposição das sementes, geralmente feita no interior dos discos duplos, deve ser na profundidade desejada, a distâncias uniformes, recobertas com solo e palha sobre o sulco. Da mesma forma, as sementes devem estar em íntimo contato com as partículas de solo para que absorvam água com facilidade, sem ocorrência de bolsões de ar e crostas formadas pelo selamento da superfície do solo. Esta é a fase que chamamos de acabamento de semeadura. O IAPAR realizou vários estudos junto aos produtores, avaliações de semeadoras e

estudos em campos experimentais, procurando os componentes que melhor efetuem o aterramento e compactação solo semente.

Em primeiro lugar, o que se deseja é que a palha existente sobre a superfície do solo permaneça sobre o mesmo após a passagem da “plantadeira”, ou seja, o “plantio direto invisível”, sendo que muitos sabem dos benefícios dessa palha e das pesquisas já realizadas com plantas de cobertura. A Fig. 38 mostra uma condição de semeadura de soja com manutenção da cobertura vegetal

O solo descoberto no sulco de semeadura aquece e perde água mais rapidamente, pode provocar selamento superficial, erosão e aumentar a ocorrência de plantas daninhas, entre outros problemas. Assim, componentes aterradores, que retornem o solo e a palha anteriormente removidos pelas hastes ou discos são muito importantes.

A maioria das “plantadeiras” existentes no mercado nacional não possuem componentes aterradores especializados segundo os critérios do IAPAR. Predominam máquinas com discos duplos desencontrados para abertura de sulco e com rodas paralelas de controle de profundidade para sementes, sendo as mais modernas oscilantes, seguidas de uma roda compactadora em “V”, com possibilidade de alterar sua abertura frontal e vertical. A Fig. 39 mostra esta opção e a grande redução de palha que este conjunto pode promover.



Figura 38 – Exemplo de “plantio direto invisível”.



Figura 39 – Sistema tradicional das “plantadeiras” sem aterradores.

Segundo os critérios do IAPAR 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 (Fig. 40) muito usados no passado no sistema de semeadura convencional. Três fabricantes usam em suas “plantadeiras”.

Outra alternativa utilizada por seis fabricantes, são as rodas aterradoras de formato cônico e inclinadas 20° a 25° em relação a direção de deslocamento da máquina (Fig. 40). Podem ser de ferro fundido, estampado ou recobertas com borracha. Outros fabricantes têm o componente, mas a regulagem de abertura não é muito superior a 10° . Em dinâmicas promovidas pelo IAPAR, vários fabricantes manifestaram interesse em introduzir esses componentes como alternativas para suas semeadoras.

Após o aterramento há necessidade de que ocorra uma compactação do solo sobre as sementes, para que estas absorvam água com mais facilidade. São as rodas compactadoras as responsáveis por esta tarefa. Existem vários modelos no mercado, que devem evitar que ocorram bolsões de ar e selamento superficial sobre o terreno.

As rodas em “V” (Fig. 39) podem em curvas deslocar-se da linha de semeadura, compactando na posição incorreta ou até desenterrando sementes. Rodas cônicas revestidas com borracha lisa (Fig. 40) podem em solos úmidos e sem cobertura com palha provocar selamento superficial. Uma boa alternativa são as rodas cônicas revestidas de borracha, com um

sulco interno (Fig. 40) para não compactar sobre as sementes e com ressaltos para evitar selamento.

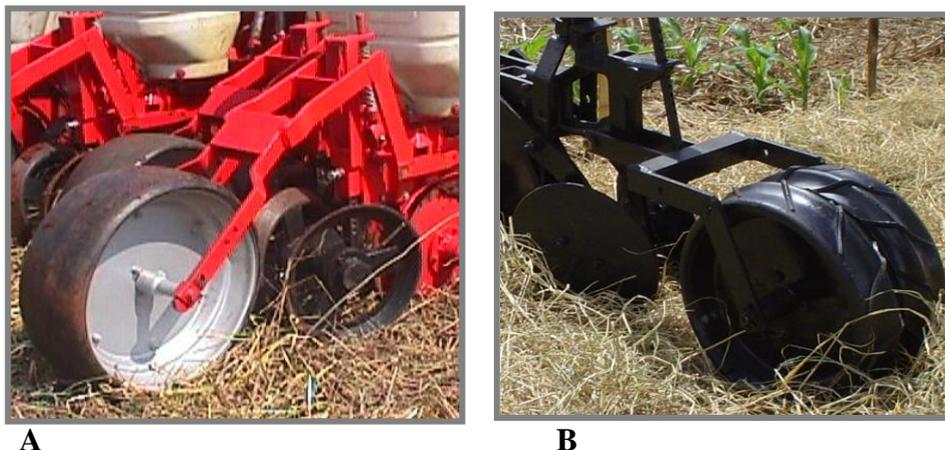


Figura 40 - Rodas de controle de profundidade e aterradoras cônicas (A) e rodas compactadoras cônicas e revestidas com borracha lisa (direita), discos aterradores e roda de compactadora cônica revestida com borracha, sulco interno e ressaltos (B).

k) Sistema de transferência de pressão em componentes.

A unidade de semeadura ou linha da máquina necessita de pressão diferenciada sobre seus componentes, desde os discos de corte as rodas compactadoras. Normalmente é utilizado no disco de corte uma mola de compressão que através de um braço de alavanca pressiona o mesmo contra o solo (Fig. 31). Quanto maior a superfície de contato do disco com o solo, maior a força vertical para que o mesmo penetre mantendo a mesma pressão. Esta força pode variar de 60 a 150 kgf. Portanto, o sistema de transmissão deve aproveitar bem o peso da semeadora para realizar esta operação. Por este motivo, grande parte das semeadoras posicionam o depósito de fertilizante sobre os discos de corte. Estudos de BIANCHINI (2002), com discos de corte dentados bem projetados conseguiram reduzir em um terço a força vertical necessária para realizar o corte de palhiço de cana de açúcar com três vezes mais de eficiência.

Sobre as hastes sulcadoras há necessidade de haver pressão para que penetrem no solo. Hastes bem projetadas com ângulo de ataque de 20° , estreitas e formato parabólico podem apresentar efeito de sucção, ou seja, força vertical negativa quando o solo apresenta boa resistência para que as hastes possam penetrar sem pressão no solo. Quando o solo está mais úmido esse efeito de sucção é menor.

Hastes mal projetadas podem exigir até 100 kgf sobre as mesmas para penetrar no solo. A Fig. 41 mostra molas de compressão e de tração usadas na transferência de força sobre componentes em contato com o solo.

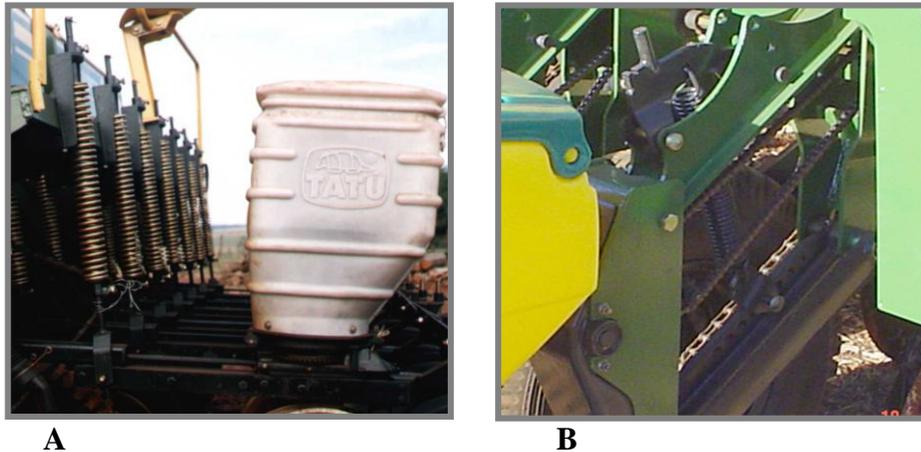


Figura 41 - Molas de compressão para transferência de força sobre a unidade de semeadura (A) e mola de tração para transferência de força no sistema pantográfico (B).

A semeadora KK 8/4 da Külzer & Kliemann possui um sistema de transferência de peso utilizando molas e cabo de aço (Fig. 42), conseguindo que a força sobre cada componente seja constante, mesmo quando passam por obstáculos do terreno.



Figura 42 – Semeadora KK 8/4 com sistema de cabo de aço para transferência de força.

A pressão dos compactadores é muito importante, podendo ser realizadas por molas de compressão, de torção e tração. As rodas compactadoras em “V” podem ser reguladas quanto ao ângulo de abertura no sentido vertical e frontal. A Fig. 43 mostra duas alternativas práticas de serem realizadas.

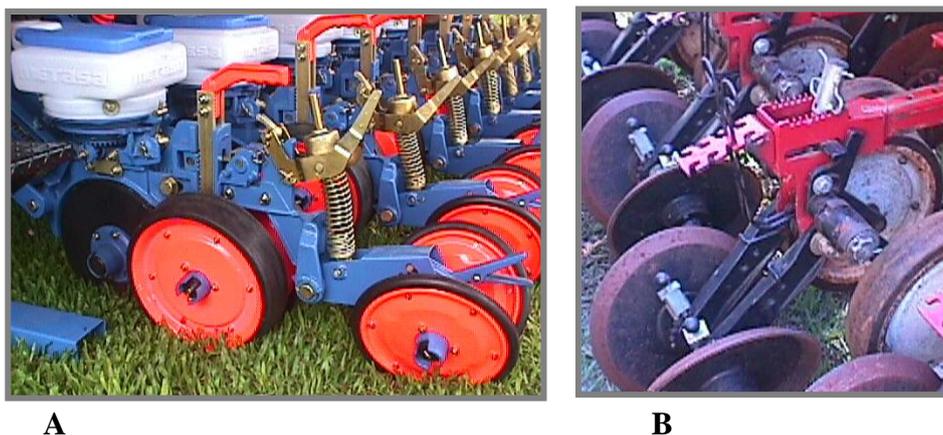


Figura 43 - Sistema de acabamento de semeadura da SDM 2217 da Metasa (A) e rodas compactadoras da 5030 da Fankhauser (B).

1) Plataformas de apoio

As semeadoras de precisão possuem plataformas de apoio do operador, utilizadas por ocasião do abastecimento e cuidados na semeadura. As Figuras 10, 11, 12, 17, 27 e 30 mostram máquinas com plataformas à frente, no meio e atrás da máquina. Quando as mesmas são posicionadas à frente, há risco fatal ao operador caso caia. Quando é posicionada atrás considera-se que os riscos são mínimos. Portanto, deve-se incentivar que os futuros projetos considerem esta característica.

6.3.3 Desempenho das semeadoras de precisão

a) Desempenho de componentes em contato com o solo – hastes sulcadoras

Nos últimos anos o IAPAR tem estudado e divulgado a vantagem de inserir hastes sulcadoras projetadas adequadamente para abertura de sulcos de fertilizantes, onde não é possível a utilização de componentes do tipo discos (CASÃO JUNIOR, 2001; ARAÚJO et. al., 2001; SIQUEIRA e CASÃO JUNIOR, 2001; QUEIROZ et. al., 2002). Estas hastes podem reduzir em muito a potência exigida pela “plantadeira” e mobilizar menos o solo no sulco, mas mesmo com hastes bem projetadas há necessidade de

realizar um bom acabamento após a semeadura, devido a mobilização de solo que esta provoca.

A Fig. 44 mostra a proposta do IAPAR de uma haste sulcadora com ângulo de ataque da ponteira de 20° , espessura da ponteira de 20 mm e 13 mm de espessura da haste. A relação H/L indica o efeito da curvatura da haste, propondo-se um desenho parabólico (CASÃO JUNIOR et al 2004).

A haste durante seu movimento deve atuar no solo comprimindo-o para frente e para cima, fazendo com que este se rompa em camadas transversais devido a esforços de cisalhamento, que correspondem ao modo natural de ruptura do solo. Quando a haste apresenta uma geometria apropriada o esforço para sua ruptura é mínimo e a mobilização é menor. A Fig.45 mostra a direita uma haste com desenho parabólico rompendo o solo segundo o explicado acima e a esquerda uma haste reta com uma ponteira larga na extremidade. Observa-se neste caso, que o solo ao ser comprimido para frente rompe-se como estivesse explodindo, lançando este a uma distância maior e exigindo mais energia para isto.

Outro fator que deve ser considerado é a profundidade crítica, ou seja, a profundidade máxima em que o solo se rompe lateralmente ao deslocamento da haste, abaixo desta o solo não se rompe lateralmente, comprimindo-se nas laterais e soleira do sulco, provocando compactação nesta região (SERPA, 1997).

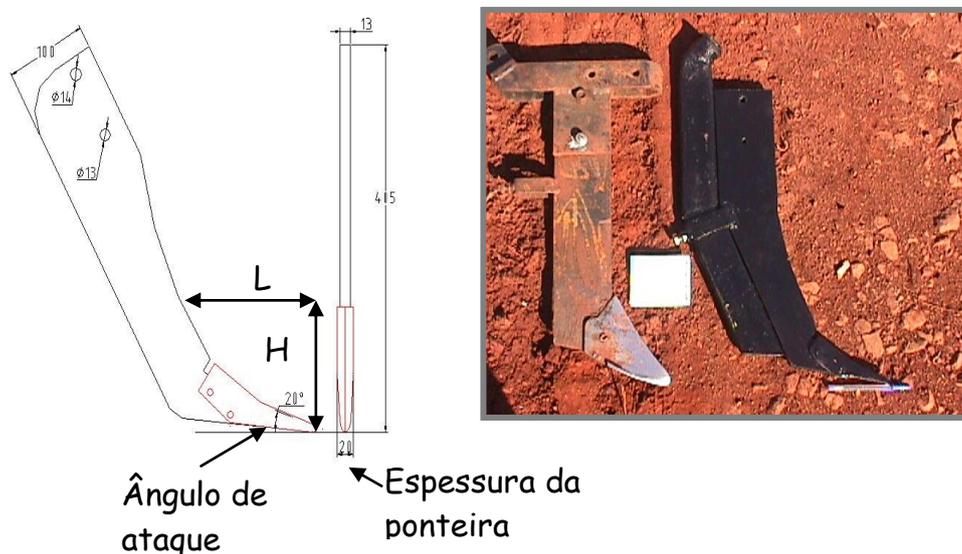


Figura 44 – A esquerda desenho de haste sulcadora proposta pelo IAPAR para semeadoras de plantio direto e a direita uma haste reta com ponteira larga e a haste preta proposta pelo IAPAR.



A

B

Figura 45 - Haste reta com ponteira larga (A) e haste proposta pelo Iapar trabalhando (B).

A força horizontal exigida para tracionar uma haste isoladamente, aumenta a medida do ângulo de ataque, espessura da ponteira e a relação H/L. Na Fig.46 na linha pontilhada observa-se que uma haste com 20° de ângulo, 15 mm de espessura e 0,6 de H/L exigiu 147 kgf e outra com 60° , 45 mm e H/L de 1,8 exigiu 240 kgf, trabalhando a 6 km/h e a 10 cm de profundidade em solo argiloso que possuía $1,2 \text{ g/cm}^3$ de densidade e 3000 kPa de resistência a penetração. Na outra linha da Fig. 46, onde a densidade era de $1,4 \text{ g/cm}^3$ e 4000 kPa de resistência à penetração, observou-se que o esforço aumentou proporcionalmente ao aumento desses parâmetros.

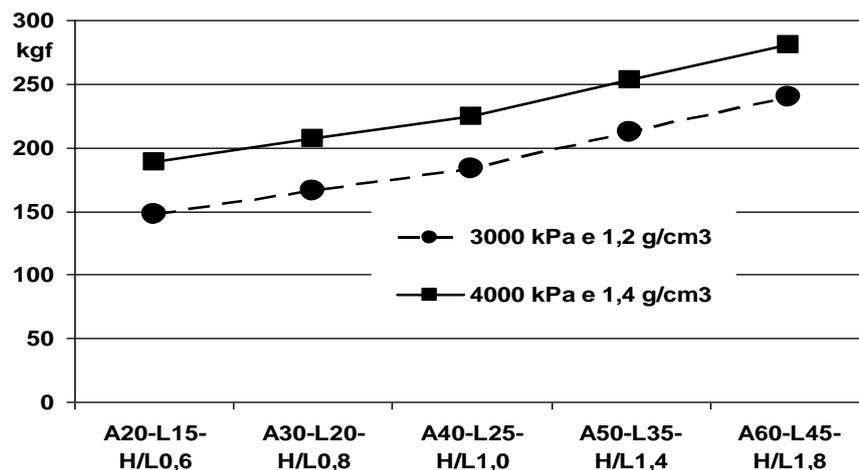


Figura 46 – Força horizontal por hastes sulcadoras em função de ângulo de ataque (A), largura da ponteira (L) e curvatura da haste (H/L), em duas densidades e resistências à penetração do solo.

Na Fig. 47 são apresentados os resultados com a força vertical em função dos mesmos parâmetros anteriormente descritos. Observa-se, em função das características gerais, as hastes passam a exigir maior força para empurrá-las em direção ao solo. Uma haste bem projetada pode em algumas situações apresentar efeito de sucção, ou seja, força vertical negativa, como observado, por exemplo, na Fig. 48, na linha “cheia” com a haste de 20° de ângulo de ataque, 15 mm de largura da ponteira e relação H/L de 0,6 que apresentou -12 kgf de força vertical.

As características das hastes aumentam a área mobilizada no sulco de semeadura (Fig. 48). Na linha tracejada, por exemplo, a área transversal mobilizada variou entre 50 cm^2 e 140 cm^2 .

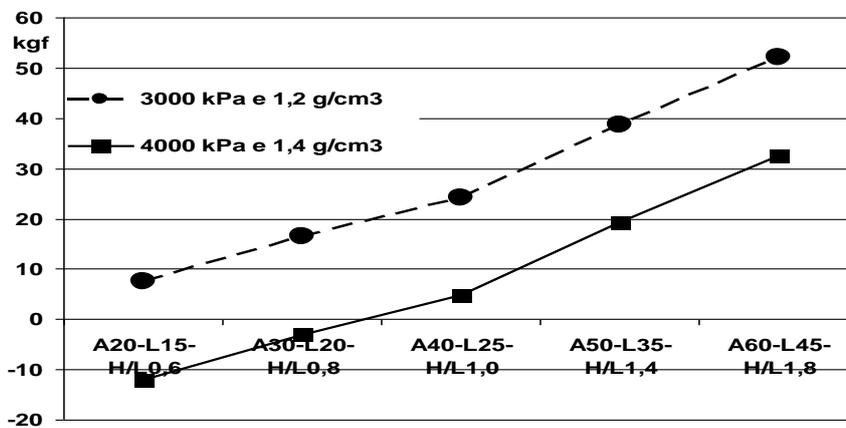


Figura 47 – Força vertical exigida por hastes sulcadoras em função de ângulo de ataque (A), largura da ponteira (L) e curvatura da haste (H/L), em duas densidades e resistências à penetração do solo.

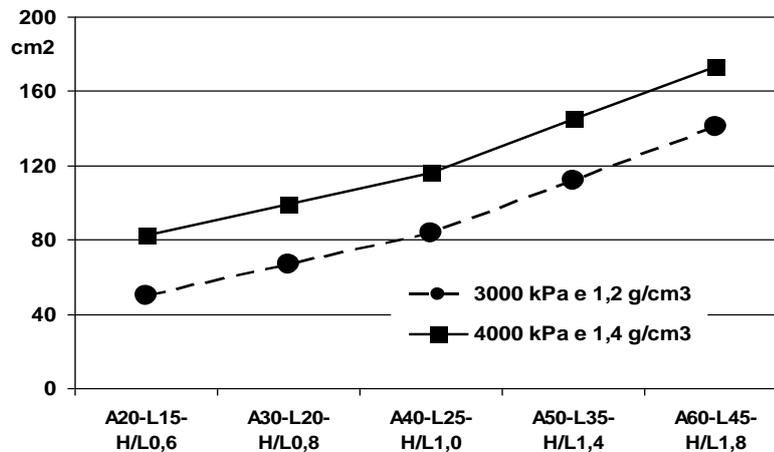


Figura 48 – Área mobilizada de solo transversal ao sulco de semeadura por hastes sulcadoras em função de ângulo de ataque (A), largura da ponteira (L) e curvatura da haste (H/L), em duas densidades e resistências à penetração do solo.

b) Exigência de potência das semeadoras de plantio direto

A exigência de força e potência para tracionar uma semeadora depende do projeto dos componentes de ataque ao solo, em especial das hastes sulcadoras, do peso da máquina e o número e área de componentes em contato com o solo. A Fig. 43 mostra que com o aumento do peso das semeadoras há tendência de aumento da potência exigida. Este estudo foi realizado com os parâmetros obtidos em várias avaliações realizadas pelo IAPAR.

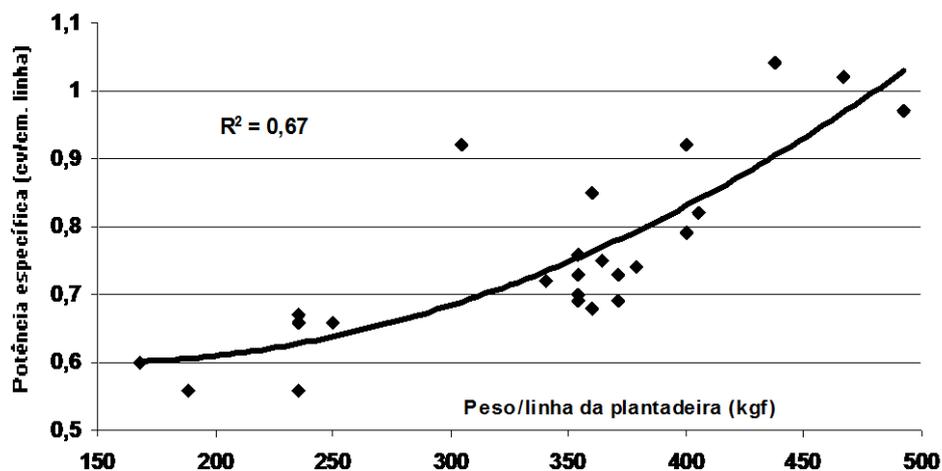


Figura 49 – Efeito do peso por linha e a potência específica (cv/cm de profundidade e linha) exigida por semeadoras de precisão em plantio direto.

Na Tabela 3 observa-se que o peso por linha das máquinas estudadas variou de 171 kgf a 500 kgf para semeadoras sem nenhum lastro ou carga.

O menor ângulo de ataque da ponteira era de 32° e a menor relação H/L era de 0,73. Somente quanto à espessura das ponteiras foram observados valores inferiores ao recomendado pelo IAPAR, indicando a possibilidade de melhorar o projeto das mesmas.

Tabela 3 – Peso por linha das semeadoras, ângulo de ataque, espessura da ponteira e relação H/L de semeadoras avaliadas em Guaíra-PR.

Modelo	Peso/linha kgf	Ângulo de ataque graus	Largura da ponteira mm	H/L
Premium 10000	372	44	25	1,39
PDM 9810	333	41	20	0,73
PC 7/4 New Line	309	32	19	0,91
KK 8/4	400	34	10	0,93
Solografic 4500	500	41	20	0,99
SS 10 000	340	40	24	0,98
5030	361	34	19	0,90
MPS 1600	467	45	27	1,84
PCR 2227	231	55	22	1,30
PHM	171	45	12,4	1,03

A Fig. 50 mostra a diferença de potência exigida por linha de diferentes semeadoras avaliadas em solo com teor de argila acima de 60%. Os valores foram padronizados para profundidade de 10 cm e velocidade de 6 km/h.

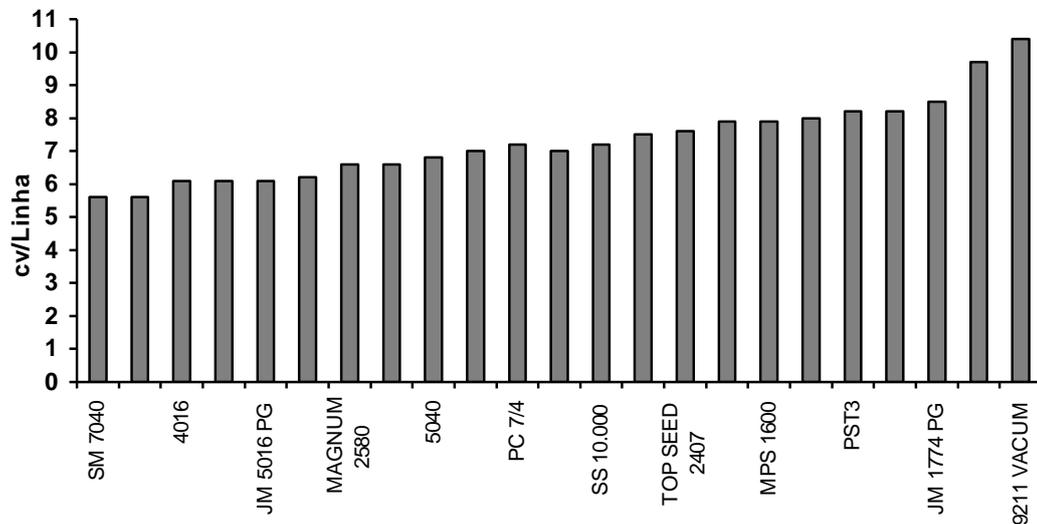


Figura 50 – Potência média exigida por linha de diferentes semeadoras de precisão em solos argilosos (CASÃO JUNIOR et. al., 2001).

Durante o percurso de uma semeadora a potência não é uniforme. A Fig. 51 mostra que ocorrem picos máximos e mínimos de potência, em função das irregularidades do terreno. Nos estudos do IAPAR foram registrados valores máximos entre 10% e 80% em relação a potência média. No caso exemplificado, a semeadora PHM percorreu 80 m ultrapassando dois terraços de base larga, onde ocorreram os maiores esforços. Recomenda-se que o trator deve ter potência suficiente para vencer os picos de máxima.

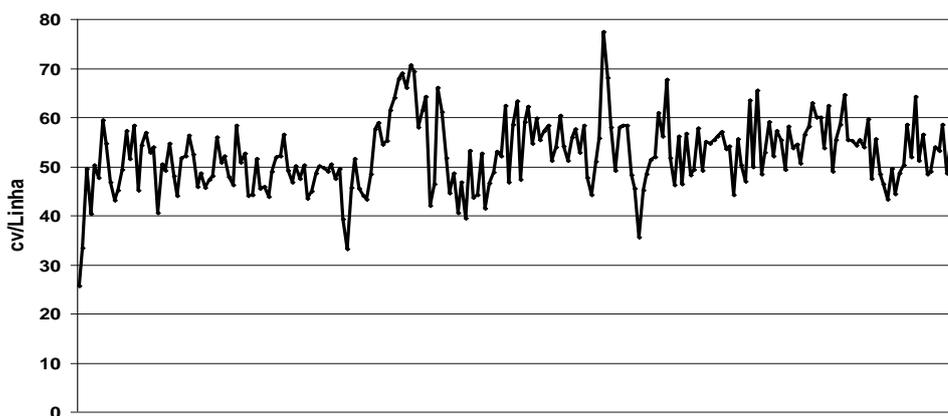


Figura 51 – Variação da potência exigida pela semeadora PHM em Guaíra – PR.

c) Desempenho de componentes em contato com o solo – acabamento de semeadura

Os dispositivos de controle de profundidade de sementes nem sempre atendem as exigências necessárias. Na Fig. 52 somente as semeadoras apresentadas nas colunas com cor cinza claro possuem rodas especializadas para o controle da profundidade dos discos duplos (Fig. 30, 39 e 43), as demais possuem rodas que realizam também outras funções como o aterramento e ou compactação (Fig. 27, 28, 29 e 40). No entanto, as especializadas apresentaram as maiores variações de profundidade de sementes entre as linhas de semeadura.

Isto se deve ao fato do trabalho ter sido em solos argilosos, onde a aderência é elevada, prejudicando o desempenho desses componentes. Para esta condição é necessário instalar dispositivos de limpeza das rodas.

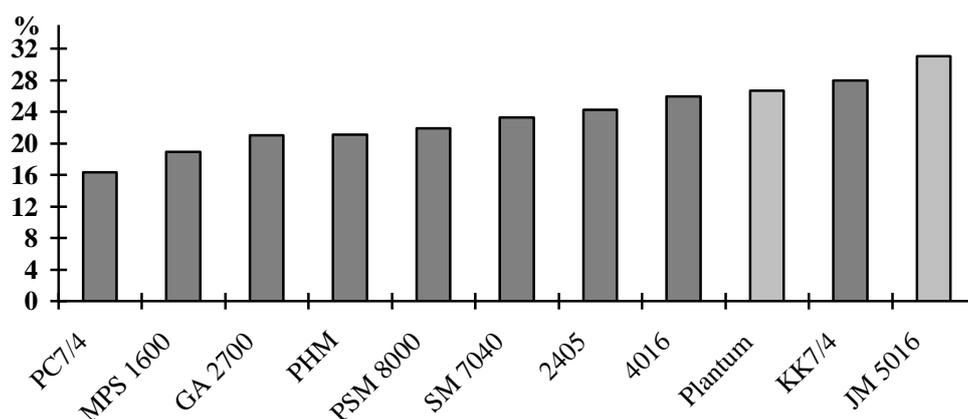


Figura 52 – Porcentagem de variação da profundidade de semeadura com diferentes máquinas avaliadas pelo IAPAR.

A necessidade da existência de dispositivos de aterramento nas semeadoras de precisão é evidenciada nos resultados da Fig. 47. As três semeadoras que possuem rodas paralelas de controle de profundidade e compactadoras em “V”, semelhantes as apresentadas nas Fig. 30, 39 e 43, não conseguiram retornar adequadamente a palha sobre o sulco de semeadura, deixando mais que 30% de solo exposto. As demais (Fig. 27, 40 e 42) que possuíam rodas inclinadas tiveram melhores resultados.

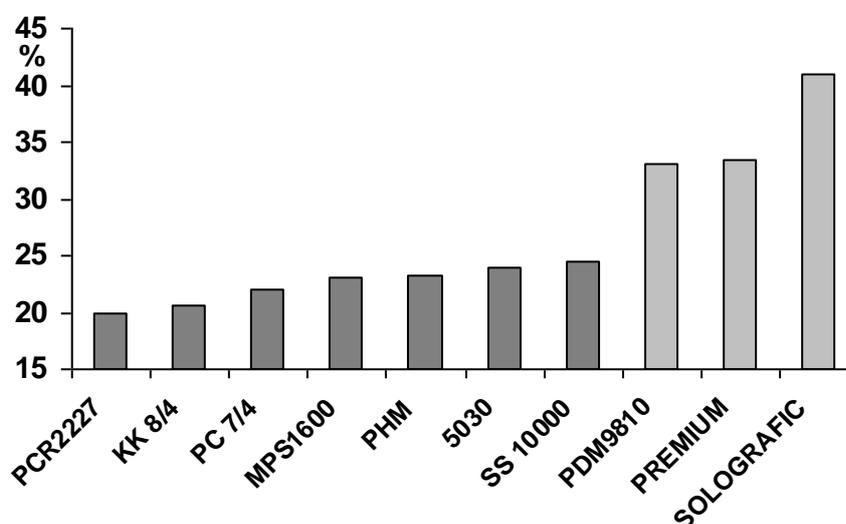


Figura 53 – Porcentagem de redução da palha após a semeadura com diferentes máquinas avaliadas pelo IAPAR.

Os diferentes sistemas de acabamento de semeadura mostram a importância do sistema adequado de atterramento e compactação (CASÃO JUNIOR e CAMPOS, 2004). Foi construída uma unidade de semeadura constituída por um disco de corte e haste sulcadora, seguida por seis alternativas diferentes de acabamento de semeadura apresentados abaixo:

Observa-se na Fig. 54 que a emergência do feijão foi de 35%, no tratamento 1 quando foram utilizadas rodas paralelas de controle de profundidade dos discos de sementes e compactadoras em “V”, como na Fig. 34. Inclinando em 10^0 as rodas de controle de profundidade (tratamento 2), a emergência passou para 53%, devido ao melhor atterramento e menor redução de palha sobre o sulco. No tratamento 3 foram utilizados discos ateradores e uma roda compactadora larga revestida com borracha lisa (Fig. 29). A emergência aumentou para 77%, mas foi prejudicada pelo selamento superficial (90%) provocado pela roda compactadora lisa, que tem também a função de controle de profundidade dos discos de sementes.

O tratamento 4 foi semelhante ao 3, mas utilizando roda compactadora com ressaltos e um sulco em seu interior (Fig. 41), resultando numa emergência de 88%. Nos tratamentos 5 e 6 foram introduzidas rodas paralelas de controle de profundidade à frente dos discos duplos, sendo que atrás destes utilizaram-se discos ateradores e rodas compactadoras estreitas. No tratamento 5 a roda era lisa e maciça, emergindo 95%; no 6 com um sulco no meio para não compactar diretamente sobre as sementes, a emergência foi de 96%.

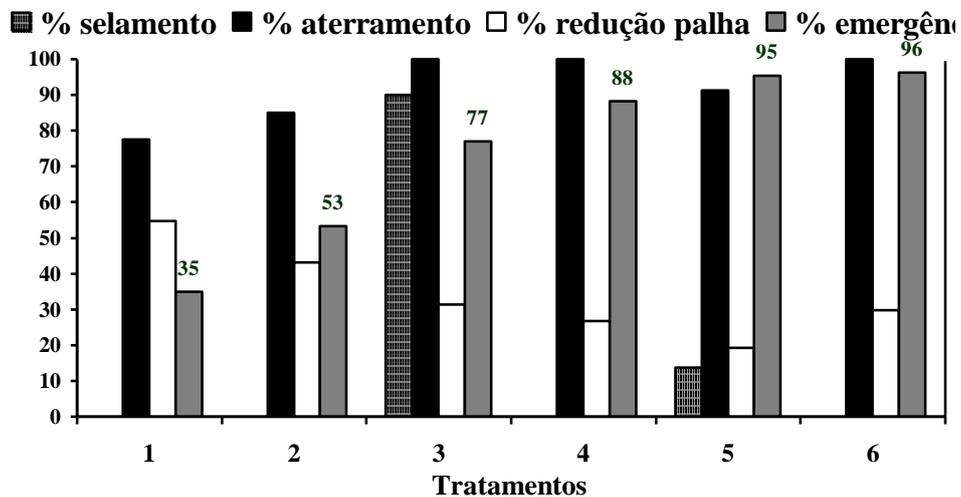


Figura 54 – Variação da porcentagem de emergência de feijão, aterramento, redução da palha sobre o sulco e ocorrência de selamento superficial em função de diferentes sistemas de acabamento de semeadura. (CASÃO JUNIOR e CAMPOS, 2004).

d) Desempenho de sistemas de dosagem de sementes

Todas as semeadoras avaliadas, com exceção de uma máquina com 10 anos mostraram bons resultados na distribuição de sementes de soja e feijão. Observa-se na Fig. 55 alguns dos resultados obtidos de 60 máquinas avaliadas, que a porcentagem de variação da dosagem de sementes entre as linhas foi inferior a 2,5%, sendo considerado aceitável variação até de 7% (COELHO 1996).

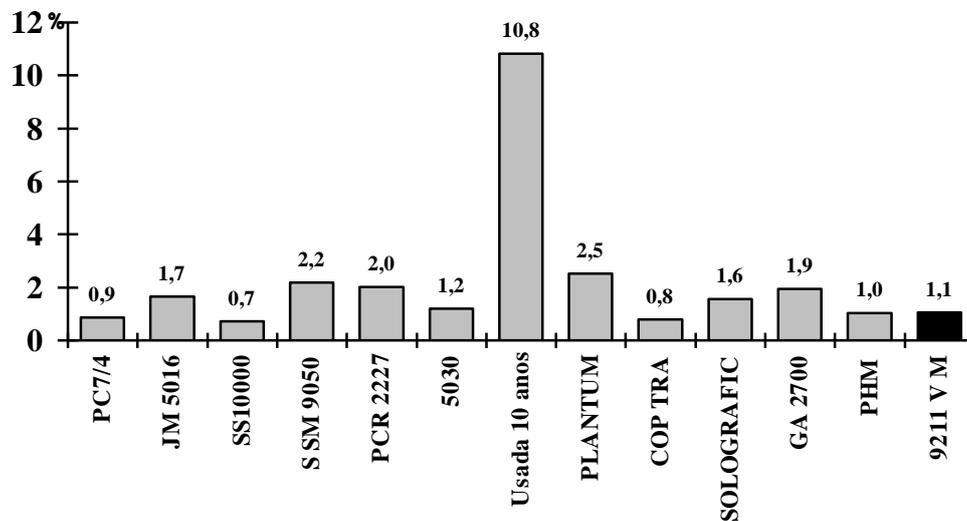


Figura 55 – Variação da dosagem (%) de sementes entre linhas de semeadoras de precisão, em máquinas com dosadores mecânicos de discos (coloração cinza) e na 9211 Vacuometer pneumático.

A recomendação ou não de um tipo de dosador de sementes passa por um conjunto de características do produtor, da propriedade, das culturas, tipo de solo e clima, enfim, de um contexto global. Deve-se considerar que os sistemas mecânico e pneumático podem melhorar somente os problemas de erros de dosagem e não a deposição, germinação e emergência das plantas.

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 em PD nos solos com maior teor de argila, o revolvimento será demasiado assim como será o aumento de potência.

A Fig. 56 mostra que semeadoras pneumáticas trabalhando a 8 km/h, apresentam um desempenho superior as mecânicas semeando milho, com maior regularidade na distância entre plantas no sulco de semeadura. Considera-se, neste caso, que ao passarem pelos dosadores, as sementes caíram na tubulação de descarga depositando-se no solo para emergência, que foi em torno de 90%, com melhor desempenho das pneumáticas possivelmente devido a regularidade dos dosadores.

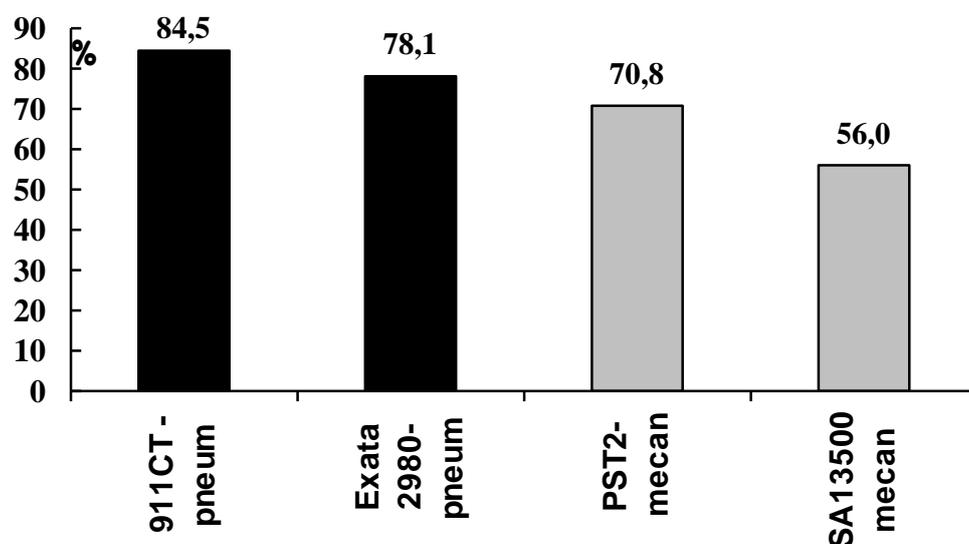


Figura 56 – Porcentagem de espaçamentos aceitáveis de milho em semeadoras pneumáticas e mecânicas

e) Desempenho de sistemas de dosagem de fertilizante

Das 60 semeadoras de precisão avaliadas pelo IAPAR, não foi observado em nenhum caso variações da dosagem de fertilizante entre as linhas superior ao limite recomendado de 12,5% (DALLMEYER 1996). A Fig. 57 apresenta alguns desses resultados, onde havia diferentes sistemas dosadores. Nesta figura, a cor preta são dos dosadores do tipo rosca sem fim posicionados paralelamente ao deslocamento da máquina (Fig. 25), na cor cinza rosca são dosadores sem fim transversais ao deslocamento (Fig. 25) e na cor branca sistemas com aletas rotativas e rotores dentados (Fig. 21 e 22).

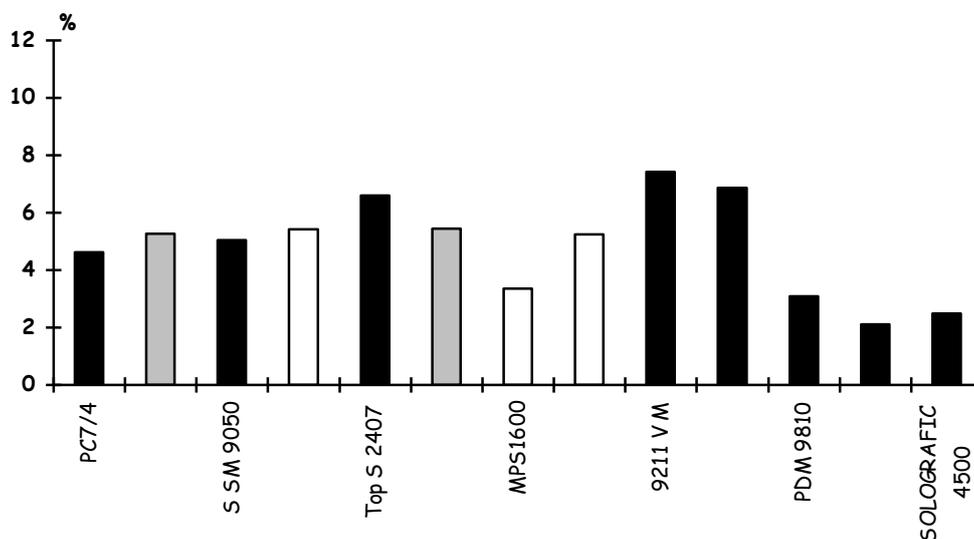


Figura 57 - Porcentagem de variação da dosagem de fertilizante entre linhas de semeadoras de precisão avaliadas pelo IAPAR.

6.3.4 Regulagem das semeadoras de precisão

a) Acoplamento

A semeadora de arrasto é acoplada na barra de tração do trator (Fig. 11), devendo-se escolher o orifício de engate que possibilite o nivelamento longitudinal da máquina. Em algumas máquinas existem um terceiro ponto no cabeçalho da semeadora com uma rosca espaçadora. Girando esta rosca pode-se regular o nivelamento longitudinal da máquina.

A semeadora montada, por sua vez, acopla-se no engate de três pontos do sistema hidráulico do trator.

As semeadoras, tanto montadas como as de arrasto, devem trabalhar niveladas em relação ao terreno, identificando-se esta posição com o paralelismo da estrutura e a superfície do solo. Sugere-se o uso de uma trena para conferir as distâncias entre pontos fixos da estrutura e o solo, à frente, atrás, à direita e à esquerda da semeadora. Em situações específicas de regulagens, é possível realizar o desnivelamento longitudinal da semeadora, que será discutido posteriormente.

b) Marcadores de linha

A semeadora deve manter sempre o mesmo espaçamento entre as linhas. Para que consiga isso após a manobra, os marcadores de linha devem efetuar uma marca no terreno, indicando a posição em que o rodado do trator deva passar. Assim, deve-se posicionar apropriadamente o

comprimento da haste telescópica de apoio do disco marcador de linha (Fig. 14).

c) Espaçamento entre linhas

É uma das atividades mais desconfortantes a se realizar na semeadora, pois as unidades de semeadura são fixadas na barra porta ferramentas da estrutura da máquina e parafusadas rigidamente. Recentemente a Semeato lançou um dispositivo de fixação com trava rápida que facilita esta operação. O problema é deslocar as linhas transversalmente a barra.

Em situações onde se deseja somente alterar o espaçamento de soja para milho, de 45 para 90 cm, alguns modelos de máquinas pantográficas têm o recurso de poder levantar e isolar o sistema. Nas máquinas com linhas pivotadas é necessário soltar todas as molas de pressão (Fig. 41) e alterar a posição dos estabilizadores das unidades de acabamento de semeadura.

d) Discos de corte

Os discos de corte necessitam serem regulados quanto à profundidade de trabalho e a pressão. No primeiro caso, em algumas máquinas é possível deslocar o eixo de suporte do disco verticalmente, mas na maioria isso não é possível.

Nas máquinas que não possuem este recurso, a alternativa é introduzir anéis espaçadores no embolo do pistão de levante dos rodados. Outro artifício utilizado, mas que deve ser realizado com competência é o desnivelamento longitudinal da máquina através da altura do ponto de engate do cabeçalho ou inclinação do mesmo, pela existência de um terceiro ponto preso a este e a estrutura. O cuidado justifica-se porque, ao desnivelar a máquina, os demais componentes também devem ser novamente regulados. A pressão sobre os discos de corte geralmente é dada por molas de compressão (Fig. 31), pressionadas por parafusos de fácil acesso.

e) Hastes sulcadoras e discos

As hastes sulcadoras devem ser reguladas quanto à profundidade, a pressão sobre as mesmas, distanciamento do disco de corte e sua inclinação. Os discos duplos e simples precisam da regulagem de profundidade e pressão sobre os mesmos. Existem diferentes estratégias de se obter estas regulagens. A dificuldade é que a maioria utiliza parafusos para fixação e chaves para regulagens. Algumas semeadoras estão disponibilizando rodas para o controle de profundidade das hastes. Um dispositivo importante é o pino de segurança para fixação da haste. Quanto esta é solicitada por um

esforço extremo, o pino rompe, não danificando o componente ou a estrutura.

f) Controle de profundidade de sementes

É indispensável que haja este controle. São realizados por rodas vinculadas aos discos duplos, visando controlar a profundidade de trabalho dos mesmos. Muitos fabricantes utilizam rodas especialmente para esta finalidade, sendo geralmente cilíndricas e paralelas, revestidas de borracha e com mais do que 80 mm de largura. As mais modernas são independentes e sua regulagem é manual.

Outros fabricantes disponibilizam rodas de controle de profundidade que possuem também a função de aterramento, sendo inclinadas 20° em relação à direção de deslocamento da máquina. Essas rodas podem ter regulagem de abertura. A regulagem de profundidade pode ser rápida, com simples ajuste manual, ou utilizando ferramentas. Algumas possuem três funções: controle de profundidade, aterramento e compactação.

g) Aterramento

Nas máquinas que utilizam discos aterradores (Fig. 28), sua regulagem geralmente é dada pela pressão das molas que atuam sobre os mesmos e pela inclinação dos discos (Fig. 30). Nas máquinas com rodas aterradoras a abertura pode ser realizada manualmente, sendo que em muitas máquinas o ângulo de inclinação é fixo (Fig. 40).

h) Compactação

Quando são utilizadas as rodas compactadoras em “V” (Fig. 43), sua regulagem é realizada manualmente, assim como sua abertura. Segundo os critérios do IAPAR essas rodas podem, quando inclinadas, realizar chegamento de terra ao sulco, mas dificilmente conseguem trazer a palha para o mesmo. Outro problema é que inclinadas, são limitadas para realizar a compactação.

As rodas compactadoras, geralmente cônicas, revestidas ou não com borracha (Fig. 40), têm somente regulagem de pressão. Muitas vezes acumulam a função de controle de profundidade dos discos duplos. Neste caso, por ficarem distantes dos discos, podem em ondulações do terreno não exercer adequadamente o controle de profundidade e algumas vezes compactar demais o solo sobre as sementes.

i) Dosagem de sementes

O primeiro passo a executar com o dosador mecânico de sementes é definir o número, forma e diâmetro dos orifícios. Nos discos alveolados, os orifícios possuem formato redondo ou oblongo, dependendo das características das sementes. O número depende da densidade de semeadura. Os parâmetros da Tabela 1 deverão ser utilizados para uma primeira seleção dos discos desejados, em seguida deve-se experimentar as sementes nos orifícios de um disco e observar se alojam adequadamente.

Para as culturas mais cultivadas como soja, feijão e milho, a maioria das semeadoras de precisão apresentam tabelas de seleção de engrenagens e tipos de discos, em função do número de sementes por metro. Caso não apresentem, há necessidade de providenciar furos em um discos virgens. Nas máquinas com dosadores pneumáticos também devem ser selecionados os discos com número e diâmetro dos orifícios, assim como o nível de vácuo parcial recomendado. Nessas máquinas deve haver um cuidado especial na regulagem dos individualizadores de sementes. Todas essas informações podem ser obtidas no manual da semeadora. No entanto, é indispensável sua regulagem estacionada e também em trabalho no campo.

No campo, é possível verificar se a dosagem se mantém, em função das vibrações provocadas pelas oscilações do terreno. Sugere-se vedar o fundo do tubo de descarga com uma espuma antes de iniciar a regulagem no campo e depois de percorrer 20 metros levantar a máquina, coletar e contar as sementes.

j) Dosagem de fertilizante

Cada tipo de dosador de fertilizante possui uma estratégia de regulagem. Dosadores do tipo aletas rotativas (Fig. 21) possuem uma comporta de abertura regulável. Os dosadores de rotores dentados (Fig. 21 e 22) devem estar regulados quanto a sua rotação e abertura das comportas de liberação de fertilizante para a tubulação de descarga.

Os dosadores do tipo rosca sem fim (Fig. 23 e 25) também devem ser regulados quanto sua rotação e o passo da rosca, existindo normalmente as de 1" e de 2" (Fig. 24). Os manuais das semeadoras apresentam tabelas propondo uma aproximação da regulagem, mas como existe grande diferença de granulometria e densidade dos fertilizantes é necessário regular a máquina estaticamente e no campo, utilizando-se sacos plásticos para coletar o adubo na tubulação de descarga.

6.3.5 Manutenção das semeadoras de precisão

a) Lubrificação

É uma operação indispensável da mecanização agrícola. No entanto, existe grande diferença entre as máquinas quanto ao número de pontos a serem lubrificadas. Em dinâmica de semeadoras realizada em Guaíra, foram contados todos os pontos com necessidade de lubrificação de cada máquina (Tabela 4), com número de graxeiros por linha variando entre 3 e 12. Assim, existem máquinas que utilizam mancais com rolamentos blindados e outras não. Deve ser ressaltado que não se avaliou a vida útil desses mancais e o trabalho que os mesmos apresentam por ocasião de sua troca.

As máquinas, nesta dinâmica, variaram entre 6 e 9 linhas, sendo necessário analisar cada componente isoladamente. Havia uma máquina que tinha 4 pontos de lubrificação no cabeçalho e cinco máquinas não os possuíam; nos pistões hidráulicos variou de 0 a 2 pontos; nos rodados de 0 a 2; no sistema de transmissão por engrenagens de 2 a 30; nos mancais de eixos e tubos de 0 a 8 e nos dosadores de fertilizante de 2 a 30. Nos mancais distanciados do solo, observou-se o uso de buchas sinterizadas, grafitadas, de aço, de nylon e mancais com rolamentos blindados.

b) Limpeza

Um ponto de limpeza indispensável da semeadora é o depósito de fertilizante com seus dosadores. Algumas máquinas possuem drenos, desmontagem rápida dos dosadores e a possibilidade de bascular o depósito. Assim, torna-se mais fácil a retirada do adubo e a lavagem do sistema.

Tabela 4 – Número de pontos de lubrificação em sistemas de diferentes semeadoras avaliadas em Guaíra-PR.

	Premium	PDM	PC	KK	Sologra	SS	5030	MPS	PCR	PHM
Nº linhas	9	9	7	8	9	9	9	6	7	7
Graxeiros/linha	9	12	7	10	7	8	3	3	3	9
Cabeçalho	1	0	0	4	1	0	0	0	1	1
Hidráulico	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0
Rodados	2	0	1	2	0	2	2	2	2	2
Transmissão	2	4	2	6	30	4	22	10	4	8
Eixos tubos	4	4	4	4	4	4	8	4	0	6
Dosador fertiliz	30	30	14	24	24	2	20	2	9	14
Total	122	146	72	122	124	84	79	36	37	94

6.4 SEMEADORAS DE FLUXO CONTÍNUO

6.4.1 Características da sementeira em fluxo contínuo

Os fatores que afetam a sementeira em precisão citados no item 6.3.1 são semelhantes aos das sementeiras em fluxo contínuo (“semeadeiras”), alterando-se a distribuição de sementes no sulco, espaçamento entre linhas e profundidade de sementeira.

As sementeiras em fluxo contínuo, por trabalhar com espaçamentos estreitos, não possuem todos os componentes para a realização de todas as funções no solo, como ocorre nas máquinas de precisão. Assim, um disco duplo desencontrado executa o corte da palha, abre o sulco para a deposição de fertilizante e sementes conjuntamente. Os componentes de aterramento e compactação são conjugados, mesmo porque não há muito espaço entre eles.

O primeiro fator a considerar é a dosagem de sementes. Pode variar entre 10 e 200 sementes por metro linear, dependendo da espécie e recomendação agrônômica. A Tabela 5 apresenta sementes de diferentes culturas que podem ser distribuídas em fluxo contínuo, estando entre elas espécies de plantas alimentícias e plantas de cobertura tanto de inverno como de verão e que variam quanto ao formato, uniformidade, rugosidade e dimensão.

Os dosadores usados nas sementeiras de fluxo contínuo não apresentam problemas com a uniformidade e forma das sementes. As sementes com diâmetro equivalente ou inferior a 3 mm e dosagem abaixo de 20 kg/ha necessitam de dosadores especiais. Como em média as sementes são pequenas e com poucas reservas de amido, a profundidade de sementeira não deve ser superior a 3 cm. Como os espaçamentos normalmente são inferiores a 20 cm entre as linhas, a dosagem de fertilizante por metro linear é baixa, assim, não há prejuízos às sementes pela sua higroscopicidade. Pelo fato de serem semeadas em baixas profundidades, há necessidade de estarem uniformemente cobertas com solo e palha. Por isso é indispensável o uso de componentes aterradores. Não menos importante é a compactação do solo sobre as sementes, para que elas estejam em íntimo contato com o solo e absorvam água com facilidade.

Tabela 5 – Características dimensionais de algumas sementes utilizadas por máquinas de fluxo contínuo.

	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Densidade das sementes (g/cm ³)	Peso de 1000 sementes (g)
Trigo	6,41	3,45	1,20	47,9
Aveia preta	8,71	2,13	0,60	17,52
Centeio	6,10	2,23	0,79	18,43
Arroz	9,93	2,22	0,62	26,58
Milheto	2,63	2,11	0,82	9,84
Moha	1,48	1,48	0,70	2,58
Crotalaria breviflora	4,86	3,33	0,81	19,24
Crotalaria juncea	6,58	2,34	0,82	56,18
Crotalaria spectabilis	3,92	1,61	0,84	17,2
Nabo pivotante	2,94	2,94	0,65	14,39
Ervilhaca peluda	3,56	3,56	0,81	36,05
Ervilha comum	3,32	3,32	0,85	36,87
Milheto 98302	3,43	2,47	0,79	5,54
Setariat alca 95401	2,61	1,46	0,70	2,66
Milheto Iapar 98301	3,64	2,61	0,81	11,18

6.4.2 Tipos e características das semeadoras de fluxo contínuo

Para que uma semeadora de fluxo contínuo cumpra sua função, deve possuir um sistema de engate e acoplamento (1), estrutura, sistema de levantamento e transporte (2), sistema de acionamento (3), sistema de transmissão (4), depósito de fertilizante (5), depósito de sementes acima de 3 mm de diâmetro (6) depósito de sementes abaixo de 3 mm de diâmetro (7), sistemas de dosagem e deposição de fertilizante, sistemas de dosagem e deposição para sementes maiores e menores, unidade semeadura composta por rompedores de solo (8), conjugados ou não ao sistema de acabamento de semeadura (9), sistema de transferência de peso à componentes e plataformas de apoio e segurança à operadores (10), conforme pode ser observado nas Fig. 58 e 59.

a) Sistema de engate e acoplamento, estrutura, levantamento, transporte, acionamento e transmissão

Como as semeadoras de precisão, as de fluxo contínuo podem ser montadas (Fig. 12) e de arrasto (Fig. 58 e 59). É necessário tomar os mesmos cuidados recomendados com as de precisão. As estruturas, os sistemas de levantamento, transporte, acionamento e transmissões são semelhantes às de precisão.

No caso específico dos rodados, como os espaçamentos são estreitos, os rodados são laterais a máquina (Fig. 58), com exceção da SDY 3000 que possui rodados a frente e atrás da semeadora (Fig 59).



Figura 58 – Multissemeadora MPS 1600 na versão em fluxo contínuo da Imasa.

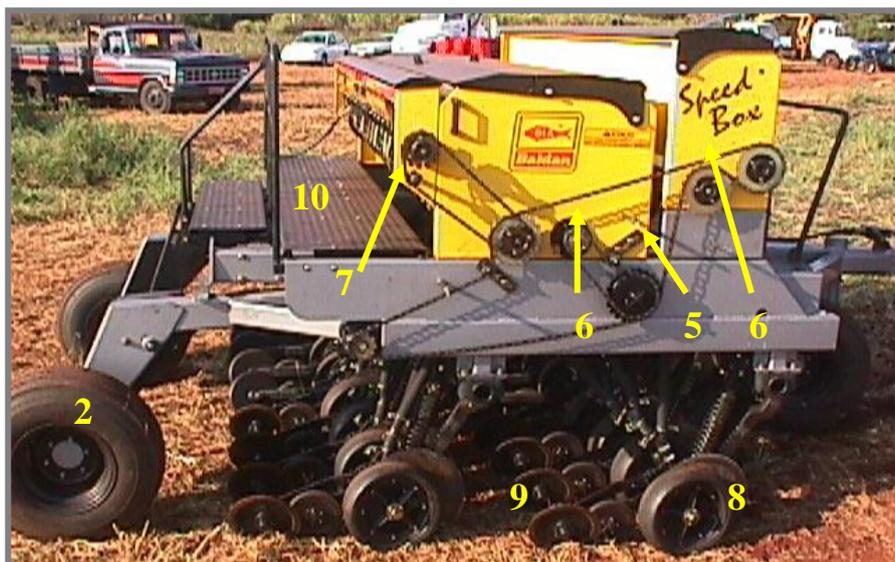


Figura 59 – Semeadora de fluxo contínuo SDY 3000 da ATB/Baldan.

b) Sistema de acondicionamento, dosagem e deposição de sementes

O acondicionamento é realizado em depósitos e os dosadores mais usados são os rotores acanalados em sementes superiores e inferiores a 3 mm de diâmetro. A Fig. 60 mostra estas opções encontradas no mercado nacional.

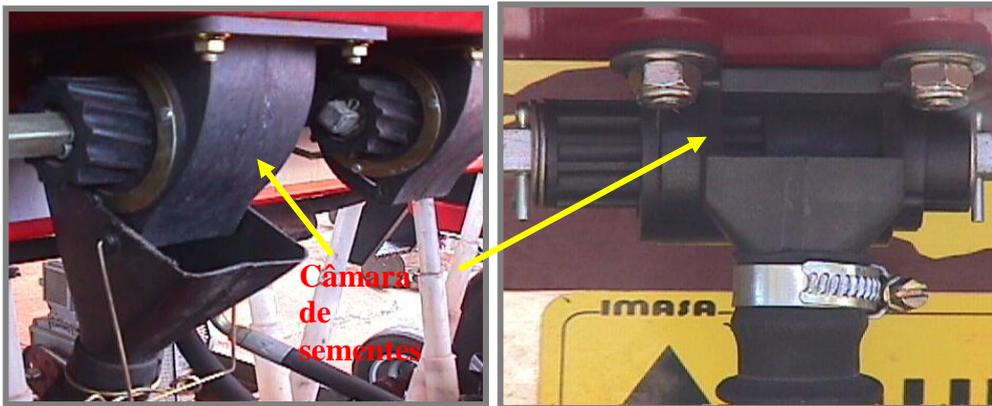


Figura 60 – Dosadores tipo rotor acanalado para sementes superiores a 3 mm de diâmetro a esquerda, e inferiores a direita.

Com o movimento giratório do rotor as sementes no fundo do depósito, vão ao tubo de descarga em fluxo contínuo. Seu acionamento é realizado por meio de um eixo, que pode se movimentar lateralmente visando expor uma área maior ou menor do rotor acanelado na câmara de sementes.

O rotor pode girar nos dois sentidos, horário e anti-horário (Fig. 61). No sentido horário as sementes fluem por cima do rotor, sendo mais apropriado para sementes maiores, como soja, e as de difícil deslizamento como o arroz. No sentido anti-horário, as sementes passam por baixo do rotor, sendo apropriados, por exemplo, para trigo. Após a saída do rotor, as sementes são despejadas na tubulação de descarga e conduzidas ao solo. Poucas são as “semeadeiras” que permitem o recurso de girarem nos dois sentidos.

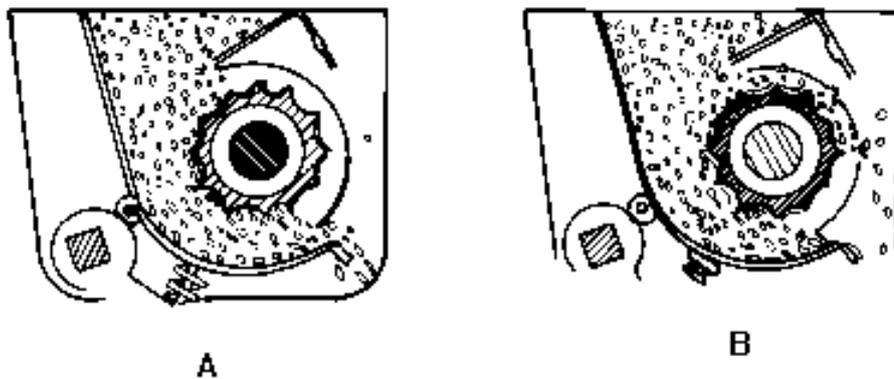


Figura 61 - Rotor acanalado com anti-horário (A) e horário (B) (DOMINGUES et. al., 1984).

A multissemeadora MPS da Imasa utiliza para distribuição de sementes em precisão e fluxo contínuo discos horizontais. A Fig. 12 apresenta o disco para distribuição de milho em precisão e a Fig. 62 disco com entalhes para trigo. Observa-se que existem duas câmaras de individualização e ejeção de sementes, com o objetivo de atender as dosagens em fluxo contínuo.



Figura 62 – Sistema de dosagem de sementes de trigo da multissemeadora MPS 1600 da Imasa.

c) Sistema de acondicionamento, dosagem e deposição de fertilizante

São semelhantes às semeadoras de precisão.

d) Unidade de semeadura

As unidades de semeadura são bem compactas, constituindo-se, na maioria das vezes, de um disco duplo, componentes de aterramento e compactação do solo sobre as sementes. A Fig. 63 mostra duas multissemeadoras com as linhas em zig zag, posicionadas bem abaixo dos depósitos da máquina.



Figura 63 – Multissemeadoras na versão em fluxo contínuo, Top Seed 2407 CRM da Max à esquerda e a SMT 6414 da Vence Tudo.

e) Rompedores de solo e componentes de acabamento de semeadura

E muitos casos são utilizados discos duplos desencontrados. No caso da SDY 3000, por exemplo, é uma exceção, pois usa discos simples. Estes componentes têm que efetuar várias funções, como o corte da palha, abertura de sulco para fertilizante e sementes, que são depositados juntos. As semeadoras que utilizam discos duplos, variam quanto ao diâmetro dos discos de 13” a 16” de diâmetro. Algumas possuem discos com diâmetros diferentes, no sentido de que o maior atue mais efetivamente no corte da palha.

É importante também a abertura traseira dos discos que variam de 40 a 60 mm. Quanto maior à abertura, maior é a força necessária para aprofundar e maior a mobilização do solo. Atrás dos abridores de sulco vêm os aterradores e compactadores. Muitas vezes, somente um componente exerce as duas funções. As Fig. 64 e 65 apresentam várias opções.



Figura 64 – Diferentes tipos de rodas aterradoras e compactadoras de máquinas do mercado nacional estudadas pelo IAPAR.

A opção à direita da Fig. 65 possui duas rodas, a primeira compacta sobre a linha de semeadura, que pode ser apropriada para sementes de gramíneas, mas não para leguminosas. Recomenda-se utilizá-la quando necessário. À esquerda da Fig. 65 é utilizado somente correntes para cobertura de sementes com solo. Nestes casos pode haver problemas emergência devido à ausência de compactação.



Figura 65 – Diferentes tipos de rodas aterradoras e compactadoras de máquinas do mercado nacional, estudadas pelo IAPAR. A esquerda utiliza somente correntes aterradoras.

f) Sistema de transferência de pressão em componentes e plataformas

Os sistemas são semelhantes às semeadoras de precisão. Destaca-se que nas semeadoras de fluxo contínuo e multissemeadoras as plataformas em sua maioria são atrás da máquina, expondo menos o operador a acidentes.

6.4.3 Desempenho das semeadoras em fluxo contínuo

A potência da semeadora de fluxo contínuo depende de seu peso, profundidade de trabalho, número e área dos componentes em contato com o solo. A Fig. 66 apresenta alguns resultados de semeadoras avaliadas pelo IAPAR. Observa-se que a potência por unidade de semeadura (linha) da máquina variou de 2,8 a 6,3 cv.

As Fig. 67 a 69 apresentam a profundidade de sementes com algumas máquinas avaliadas pelo IAPAR. Desejava-se que a profundidade permanecesse entre 2 a 3 cm de profundidade, nem sempre obtida, devido à resistência do solo à penetração dos discos duplos, que é função do teor de água do solo; da regulagem efetuada e do potencial da máquina se aprofundar no terreno.

Todas as semeadoras trabalharam distribuindo três tipos de sementes nos testes realizados. Como eles foram em locais e anos diferentes, nem sempre foi possível trabalhar com as mesmas espécies. A aveia preta e nabo pivotante foram utilizados em todos os locais. As sementes redondas como o nabo, ervilhaca e ervilha forrageira possuem maior facilidade de migrarem rapidamente para o fundo do sulco. O tremço apresenta maior dificuldade e a aveia permanece onde cai, assim, o sulco deve ser aberto adequadamente.

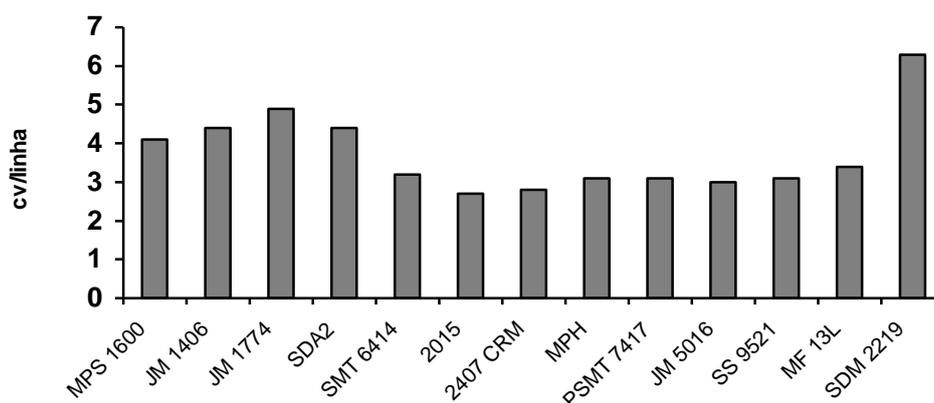


Figura 66 – Potência máxima por linha das semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

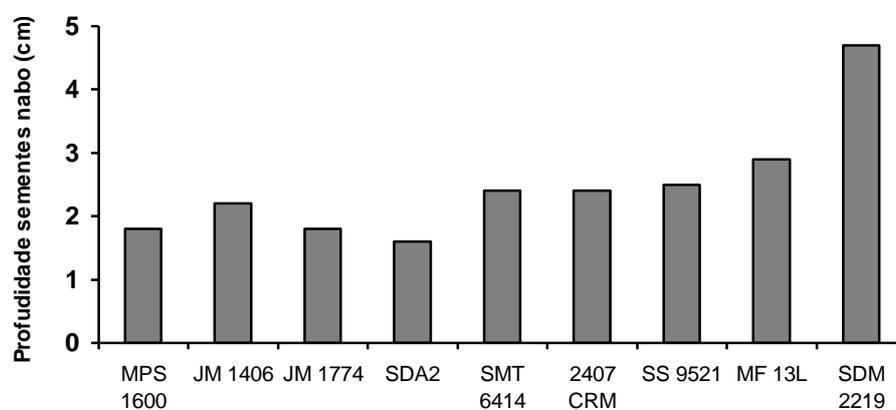


Figura 67 – Profundidade de semeadura de nabo pivotante em semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

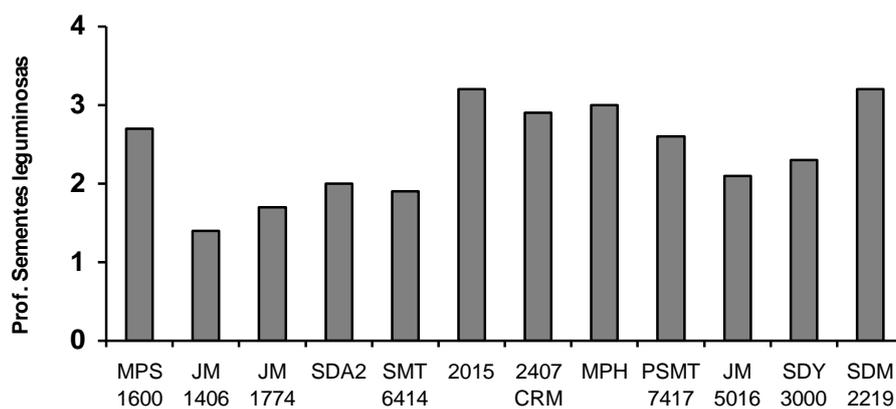


Figura 68 – Profundidade de semeadura (cm) de leguminosas (ervilhaca, ervilha forrageira e tremçoço branco) em semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

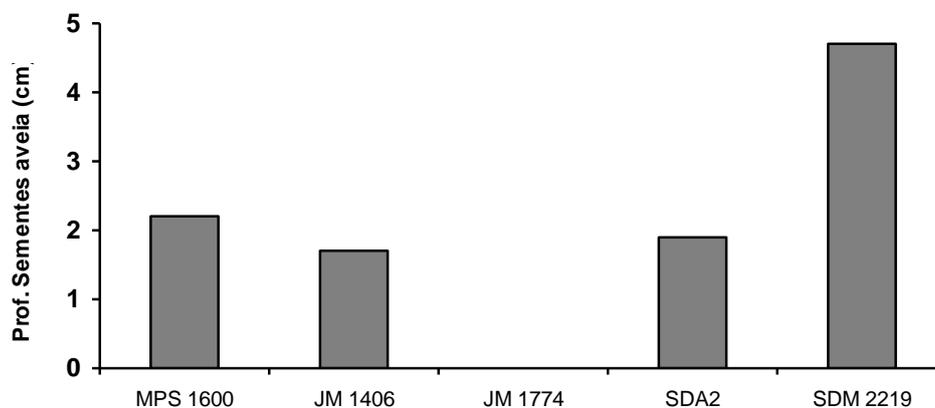


Figura 69 – Profundidade de sementes de aveia preta em semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

A Fig. 68 mostra que a semeadora JM 1774 depositou as sementes de aveia sobre o solo, mas nas Figuras 67 e 68 o nabo e a ervilha atingiram 1,8 cm de profundidade. Este fato prejudicou a emergência de aveia preta, que foi de apenas 4%.

Um fator importante na semeadura em PD é a manutenção da palha após a semeadura. Discos duplos com aberturas traseiras largas removem mais o solo. O modelo dos aterradores e compactadores também são responsáveis por esta mobilização. A Fig. 70 mostra alguns resultados de redução da palha após a passagem da semeadora de fluxo contínuo.

O fato de haver menor quantidade de palha sobre o sulco, permite a evaporação mais rápida, aquecimento da superfície do terreno, emergência de ervas daninhas e erosão, podendo com isso, reduzir a emergência das plantas. Observando-se as Figuras 70 a 73, pode-se identificar em muitos casos uma relação de causa e efeito, ou seja, quanto menor a porcentagem de redução de palha, maior a emergência das plantas.

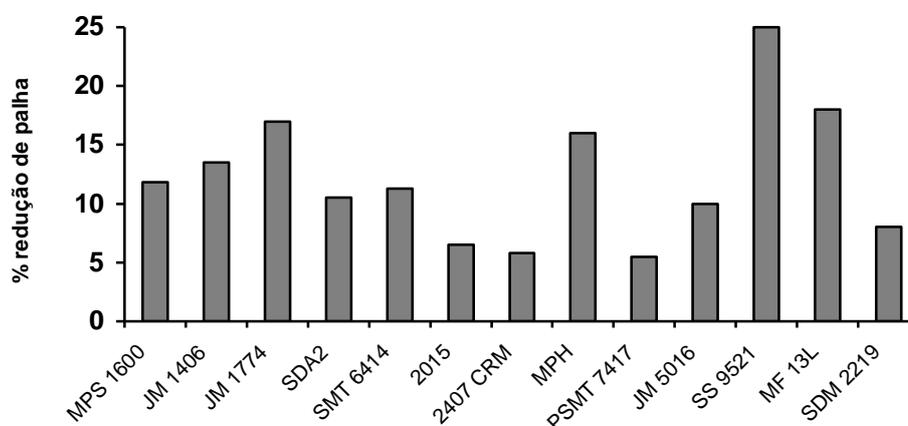


Figura 70 – Porcentagem de redução de palha após a semeadura máquinas avaliadas pelo IAPAR.

Não é somente a cobertura com palha que influi na emergência das plantas: a profundidade das sementes, a compactação sobre as mesmas, a ocorrência de danificações nos dosadores também. Considera-se que porcentagem de redução de palha inferiores a 10% promovem boa proteção sobre o terreno.

A baixa emergência de tremoço branco semeado pela SDM 2219 em Guaíra, foi possivelmente devido às danificações das sementes, pois a dosagem solicitada era muito pequena, e a semente de tremoço é grande, sendo, para isto, necessário fechar a câmara dos dosadores do tipo rotor acanalado.

A baixa emergência de ervilha forrageira com a MPH em Entre Rios do Oeste deve-se a não utilização de rodas compactadoras e sim correntes aterradoras. A SDY 3000, que utilizou uma roda compactadora sobre a linha, prejudicou a emergência da ervilha forrageira.

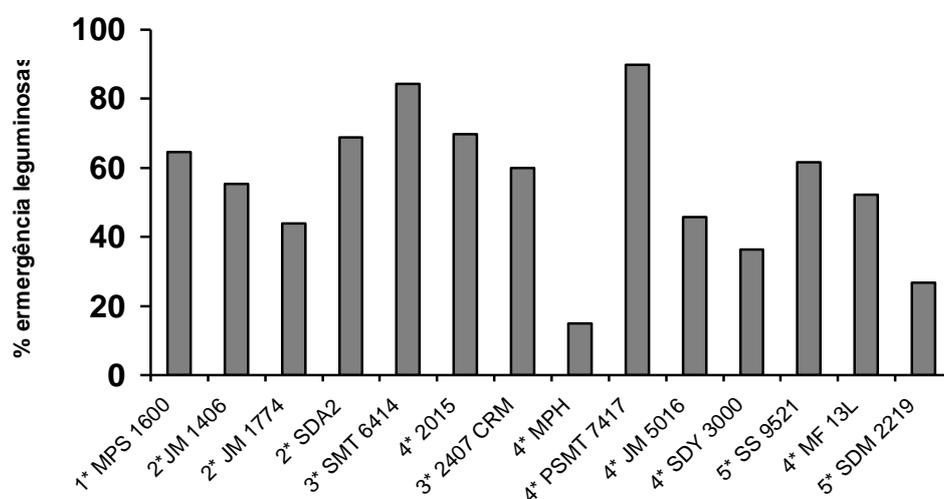


Figura 71 – Porcentagem de emergência de nabo pivotante em semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

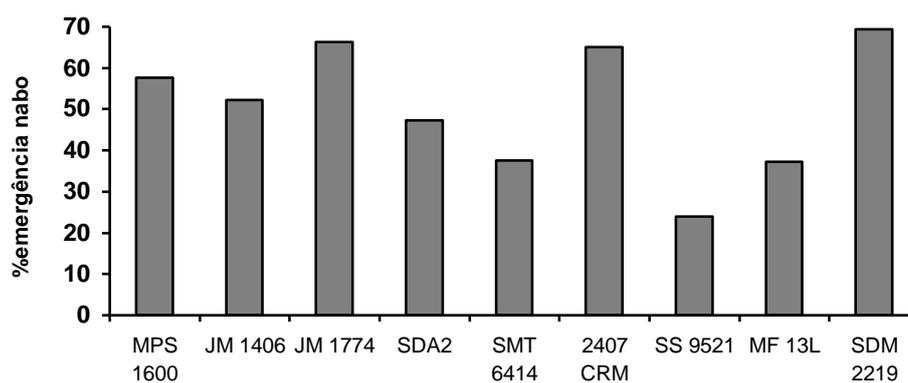


Figura 72 - Porcentagem de emergência de leguminosas (ervilhaca, ervilha forrageira e tremço branco) com semeadoras avaliadas pelo IAPAR (1* média de quatro testes; 2* ervilhaca; 3* média de dois testes; 4* ervilha forrageira; 5* tremço branco).

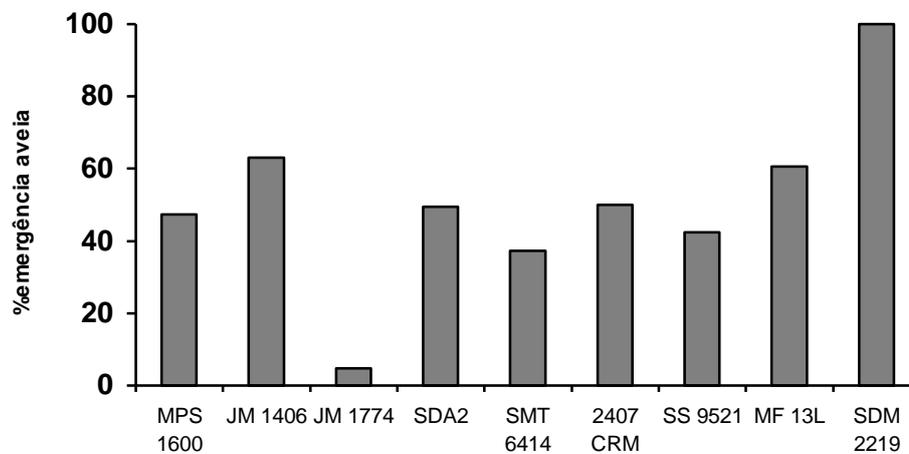


Figura 73 - Porcentagem de emergência de aveia preta com semeadoras avaliadas pelo IAPAR.

A SMT 6414 e PSMT 7417A possuem rodas compactadoras com sulco interno, próprias para sementes sensíveis como as leguminosas e que apresentaram maiores emergências (Fig. 73).

As rodas compactadoras largas da SDM 2219 foram muito eficientes na emergência de aveia preta. A Fig. 74 apresenta em detalhes a emergência dessas três espécies semeadas em Guaíra.



Figura 74 – Detalhe da emergência de aveia preta, nabo pivotante e tremoço branco.

6.4.4 Manutenção das semeadoras de fluxo contínuo

Lubrificação e limpeza

Existe grande diferença entre as máquinas quanto ao número de pontos a serem lubrificados. Em São Miguel do Iguaçu e Guaíra, foram contados todos os pontos com necessidade de lubrificação de cada máquina (Tabela 4), com o número de graxeiros por linha variando entre 0 e 2. Desta forma, existem máquinas que utilizam mancais com rolamentos blindados. Considera-se que não foi avaliada a vida útil desses mancais e o trabalho que os mesmos apresentam por ocasião de sua troca.

As máquinas variaram de 14 a 21 linhas, sendo necessário analisar cada componente isoladamente. As semeadoras de fluxo contínuo usam em média menos graxeiros as de precisão (Tabela 6). Observa-se que a SDM 2219, por utilizar sistema de dosagem de fertilizante com rosca sem fim, possui 3 graxeiros por unidade, fazendo com que haja muitos pontos de lubrificação na máquina.

A limpeza do depósito de fertilizante e seus dosadores variam de uma máquina para outra. Algumas máquinas possuem drenos, desmontagem rápida dos dosadores e a possibilidade de bascular o depósito, tornando mais fácil a retirada do adubo e a lavagem do sistema.

Tabela 6 – Número de pontos de lubrificação em sistemas de diferentes semeadoras avaliadas em Guaíra-PR.

	SS 9521 A	SMT 6414	Top Seed 2407 CRM	MPS 1600	SDM 2219
Núm linhas	21	14	16	14	19
Grax/linha	0	0	0	2	2
Cabeçalho	0	0	0	0	0
Hidráulico	0	0	0	0	0
Rodados	2	2	2	2	2
Transmissões	0	0	0	10	4
Eixos tubos	0	0	0	4	0
Dosador fertilizante	4	4	6	2	57
TOTAL	6	6	8	44	101

6.5 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DAS MULTISSEMEADORAS

Pelo fato de realizarem a semeadura em precisão e fluxo contínuo e diferirem principalmente quanto ao espaçamento de sementes na linha e entre as linhas de semeadura, necessitam de características especiais para realizarem suas tarefas.

Seus rodados geralmente são externos á máquina, pois com espaçamentos inferiores a 20 cm entre linhas não é possível posicionar os rodados internamente, a não ser que a máquina ficasse com comprimento suficiente para alojar as mesmas entre as linhas de fluxo contínuo.

Como problema apresentam ainda dificuldades de transformação da versão de precisão para fluxo contínuo e vice versa. A maior dificuldade não se encontra nos dosadores de sementes e sim no arranjo das linhas. É necessário quase desmontar a máquina para conseguir esta mudança.

Acredita-se que a medida que sejam desenvolvidos dispositivos de desarme rápido, a adoção das multissemeadoras será bem maior, pois é incontestável a vantagem de uma só semeadora poder realizar todo tipo de semeadura em uma propriedade, em especial as pequenas e médias propriedades.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. G. de; RODRIGUES, B. N. *Manejo mecânico e químico da aveia preta e sua influência sobre a taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas em semeadura direta de milho*. Planta Daninha. Botucatu, v.18, n.1, p.151-160, 2000.

ARAÚJO, A. G. de; CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. *Mecanização do plantio direto – problemas e soluções*. Londrina: IAPAR, 2001. 18 p. (IAPAR, Informe da Pesquisa, 137)

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 JUNIOR, R. Intervenções de mecanização agrícola nos estudos de validação de tecnologia em plantio direto nos municípios lindeiros a represa de Itaipu. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. *Projeto plantio direto com qualidade ITAIPU/IAPAR; relatório técnico anual 2000/01*. Londrina, 2001. 15 p.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. de; RALISCH, R. *Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas em Primeiro de Maio – resultados de avaliação*. Londrina: IAPAR, 2001. 14 p.

CASÃO JUNIOR, R.; FIGUEIREDO, P. R. A. de; ARAÚJO, A. G. de. Desenvolvimento de rolo faca a tração animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18. 1989. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UFP 1989. v. 1, p. 52-66.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. de; RIBEIRO, M. de F. dos S.; YAMAOKA, R. S.; FIGUEIREDO, P. R. A. de;. *Tecnologia apropriada em*

ferramentas, máquinas e implementos agrícolas para pequenas propriedades rurais: Paraná. In: TOMIYOSHI, C. M.; SILVA, O. R. R. F. da. *Tecnologia apropriada em ferramentas, máquinas e implementos agrícolas para pequenas propriedades*. Campina Grande – PB, 1997, p. 180-225.

CASÃO JUNIOR, R. Intervenções de mecanização agrícola nos estudos de validação de tecnologia em plantio direto nos municípios lindeiros a represa de Itaipu. . In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. *Projeto plantio direto com qualidade ITAIPU/IAPAR; relatório técnico anual 2001/02*. Londrina, 2002. 23 p.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. *Resultados das avaliações do desempenho de semeadoras adubadoras de plantio direto na Costa Oeste Paranaense*. Londrina: IAPAR, 2003. 134 p. (IAPAR, Circular n. 127)

CASÃO JUNIOR, R.; CAMPOS, C. F. Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., São Pedro, SP, 2004. *Anais...* São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2004. 4 p. (CD ROM).

CASÃO JUNIOR, R.; QUEIROZ, G. A. C. de; YURKIV, L. Análise e predição de esforços em hastes sulcadoras para semeadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33. São Pedro, SP, 2004. *Anais ...* São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2004. 4 p. (CD ROM).

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Guaíra-PR. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, 2004. (no prelo)

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.

DALLMEYER, A. D. As máquinas utilizadas na distribuição e incorporação de calcário. In: SIMPÓSIO SOBRE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO NA AGRICULTURA. Iperó, 1986. *Trabalhos apresentados*. Campinas: Fundação Cargil, 1986, p. 23-29.

DOMINGUES, J. R.; TARCÍSIO, M. F.; PORTELLA, J. A. *Comparação entre diferentes sistemas de semeadoras convencionais*. Alfenas. Fundação de Ensino e Tecnologia de Alfenas, 1984. 49 p.

GAMERO. C.A., SIQUEIRA. R.; LEVIEN, R.; SILVA, S. L. Decomposição da aveia preta (*Avena striosa* Schreb.) manejada com rolo faca e triturados de palhas. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UFC, 2000. (CD ROM).

QUEIROZ, G. A. C. de; CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Predição de esforços em hastes sulcadoras para semeadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31. Salvador, 2002. *Anais ...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UFB, 2002. 4 p. (CD ROM).

SERPA, M.F. *Estimativa de esforços em implementos de preparos de solo e adequação trator- implemento*. Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola/ UNICAMP, 1997. 93 p. (Dissertação de Mestrado)

SIQUEIRA, R; CASÃO JUNIOR, R. Variabilidade da demanda energética de hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras diretas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30. Foz do Iguaçu: *Anais ...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/UNIOESTE, 2001. 4 p. (CD ROM).

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. 96 p. (Dissertação de Mestrado)