UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DESEMPENHO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NO PLANTIO DIRETO DAS CULTURAS DE MILHO E DO FEIJOEIRO

RENATO HITOSHI SATO

2002

RENATO HITOSHI SATO

DESEMPENHO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NO PLANTIO DIRETO DAS CULTURAS DE MILHO E DO FEIJOEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da UFLA

Sato, Renato Hitoshi
Desempenho de semeadoras-adubadoras no plantio direto das culturas de milho e do feijoeiro / Renato Hitoshi Sato. -- Lavras : UFLA, 2002.
67 p. : il.

Orientador: João Batista Donizeti Corrêa.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Semeadora. 2. Milho. 3. Feijão. 4. Desempenho. 5. Plantio direto. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.3
-631.58

RENATO HITOSHI SATO

DESEMPENHO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NO PLANTIO DIRETO DAS CULTURAS DE MILHO E DO FEIJOEIRO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 03 de maio de 2002.

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho DAG/UFLA

Pesq. Dr. Moizés de Souza Reis EPAMIG

João Batista Donizeti Corrêa

Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa
UFLA
Orientador

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICO

Aos meus pais, Hideo Sato e Teico Narita Sato.

Aos meus irmãos, Hélio, Eli e Sérgio.

A Vanessa Godoy Kinoshita.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Professor Dr. João Batista Donizeti Corrêa, pela orientação, ensinamentos transmitidos, compreensão, dedicação, apoio e especialmente pela amizade durante a realização do curso.

Ao Professor Dr. Gabriel José de Carvalho e ao Pesquisador Dr. Moizés de Souza Reis, pela pronta disposição em participar da banca examinadora, pelas valiosas sugestões e contribuições para a elaboração final desta dissertação.

Aos professores Pedro Milanez de Rezende, Renzo Garcia Von Pinho e Luis Antonio B. de Andrade, pela presteza dispensada.

Aos meus pais, Hideo e Teico, e aos meus irmãos, Hélio, Eli e Sérgio, que apoiaram e muito contribuíram para concretização deste trabalho.

A Vanessa Godoy Kinoshita, pelo apoio, compreensão, companheirismo, carinho e incentivo, que muito contribuíram para a realização do curso.

Aos amigos Newton, Fábio, Koji, Kazuo e Sirlei de Oliveira, pela amizade, convivência e contribuições inestimáveis na realização deste trabalho.

Aos amigos André, Roberto e Lúcia, pela amizade e apoio e ao amigo Adriano, pelo apoio nas análises estatísticas.

Ao funcionários do Departamento de Agricultura, João, Alessandro, Júlio, Correia e especialmente aos amigos Manguinho e Sirlei, sem a contribuição dos quais dificilmente poderia instalar meus experimentos.

A todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e para uma convivência agradável durante o curso.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO

SATO, Renato Hitoshi. **Desempenho de semeadoras de plantio direto na execução do plantio, no estande e produção das culturas de milho e do feijoeiro.** 2002. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - UFLA*.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de semeadoras-adubadoras de "plantio direto" conduziram-se experimentos de campo com semeadoras-adubadoras. As máquinas utilizadas foram: Bertanha 732, Semeato SHM 11/13 e Ryc tração animal para semeadura direta e, Jumil JM-2040 para plantio convencional com "kit" para semeadura direta, com e sem facão. Foram realizados experimentos com as culturas do milho e do feijoeiro, na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (LVdf). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados a porcentagem de germinação, os espaçamentos aceitáveis, os múltiplos e os falhos, o estande final e a produtividade, além dos componentes de produção de cada cultura. A análise de variância não indicou diferença significativa para os valores de porcentagem de germinação para nenhuma das duas culturas, peso de grãos por espiga de milho, peso de 100 grãos de feijão e número de grãos por vagem de feijão, mas houve diferença significativa para as demais variáveis. A semeadora-adubadora Ryc tração animal apresentou os menores valores médios de estande final e produtividade, para as duas culturas. A semeadora-adubadora Jumil JM-2040, com "kit" para plantio direto adaptado, mostrou-se adequada às condições encontradas, com as maiores médias de produtividade de milho. O uso do facão não trouxe melhorias significativas na execução do semeio e nem nas médias de produtividade das culturas, propiciando produtividade de grãos menor do que o "kit" sem facão, para as duas culturas. As semeadoras-adubadoras Semeato SHM 11/13 e Jumil JM-2040 com facão situaram-se dentro da faixa de bom desempenho para distribuição de sementes na cultura do milho, e as demais apresentaram desempenho regular. A semeadora-adubadora Ryc tração animal situou-se dentro da faixa de bom desempenho de distribuição de sementes, enquanto que as demais se situaram dentro da faixa de desempenho regular, para o experimento com feijoeiro.

Orientador Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa UFLA

ABSTRACT

SATO, Renato Hitoshi **No-tillage seeder machines performance in the planting of corn and bean plants. 2002.** 67p. Dissertation (Master in Crop Science) - UFLA*.

Field experiments were carried out to evaluate the performance of the "no-tillage" seeders machines models Bertanha 732, Semeato SHM 11/13 and Ryc animal traction and conventional planting seeder with no-tillage adaptation Jumil JM-2040, with and without furrow openers "knife" format, with the corn and common bean cultures, in the Red Latossol experimental area of Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brazil. The experimental design was randomimized blocks, with four replications for each specie of plants. The germination percentage, admissible spacing, multiple and defective distribution, final stand and productivity, and the of each plant species crop yield components were evaluated. The seeds distributed by the seeders machines were not affected by dosage mechanism, for both cultures, but there was a significant difference in the crop yield of the corn and bean plants. The final stand and crop yield, for the both cultures, were the smallest in the Ryc animal traction seeder machine. In the Jumil JM-2040 seeder with no-tillage adaptation, the use of the chisel furrow opener didn't bring any significant advantage in the planting execution and crop yield of the both cultures. The results showed that the Semeato SHM 11/13 and Jumil JM-2040 with no-tillage adaptation and chisel seeders presented good performance to the seeds distribution, and the others presented regular performance, in the experiment with the corn. However, in the bean plant experiment, the Ryc animal traction seeder presented good performance of the distribution of seeds, while the other machines presented regular performance.

Guidance João Batista Donizeti Corrêa (Major Professor)

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de grãos já ultrapassou 35 milhões de hectares, sendo que grande parte dessa área (±60%) ainda é cultivada pelo sistema convencional, ou seja, com preparo prévio do solo. O sistema convencional de preparo de solo, com sua excessiva movimentação da camada superficial, tem sido uma das principais causas de decréscimo de produtividade, podendo ressaltar efeitos como a compactação de camadas subsuperficiais, erosão e redução do nível de matéria orgânica.

O problema agrava-se com o crescente aumento do custo de produção, que, somada à baixa remuneração da atividade agrícola, leva os agricultores a sistemas de produção mais intensivos ou à simples supressão de práticas/técnicas/insumos visando à redução de custos. Isso poucas vezes, significa tornar a produção mais eficiente e acaba ocasionando um ciclo vicioso de descapitalização do agricultor. Um sistema de cultivo que reduz substancialmente a movimentação superficial do solo, o chamado de "plantio direto", ou "semeadura direta", quando bem conduzido, mostra-se como alternativa viável e racional para a atividade agrícola.

Alguns dados demonstram o grande crescimento da área com semeadura direta no país, indicando que a área sob o sistema saltou de 100 hectares no início da década de 70, localizados na região sul do país, para cerca de 11 milhões de hectares na safra 97/98, em todo o Brasil (A Granja, 1998). Na região sul de Minas Gerais, este aumento de área plantada com o sistema também é realidade. Mas, os dados resultantes de pesquisas não têm crescido na mesma proporção, considerando que a simples "importação" do sistema sem a sua devida adaptação para as condições locais não se mostra a opção mais racional para a condução do sistema. A maioria dos estudos realizados sobre este sistema de cultivo foi conduzida na região sul do país, berço do plantio direto no

Brasil. Entretanto, as condições para o sistema de semeadura direta na região sul do Brasil e na região sul de Minas Gerais são diferentes, principalmente considerando-se os aspectos climáticos e o acúmulo de palhada, a qual sofre rápida degradação em regiões de maior temperatura média.

Dentre vários fatores característicos do sistema de semeadura direta, destaca-se a menor movimentação superficial, que deixa o solo menos exposto às intempéries, diminuindo as eventuais perdas de solo. Sendo esta semeadura realizada sob restos de culturas anteriores ou palhada previamente formada, sem a destruição e/ou incorporação ao solo, a não movimentação de solo, exceto nos sulcos de semeadura, demanda a necessidade de equipamentos especiais para o semeio nestas condições. São as chamadas "semeadoras de plantio direto". A falta de equipamentos adaptados à nova condição de semeio foi um dos principais entraves a serem contornados no início do sistema de semeadura direta no sul do Brasil (Borges, 1993).

Considerando-se estes fatos, o objetivo deste trabalho foi testar a adequação de diferentes semeadoras, bem como do "kit" para semeadura direta, avaliando-se a distribuição longitudinal de sementes, estande final e a produtividade das culturas de milho e feijoeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Culturas avaliadas

O milho e o feijoeiro estão entre as principais culturas cultivadas no Brasil. Da produção brasileira de grãos, de mais de 35 milhões de hectares, o milho e o feijoeiro estão dentro das principais culturas utilizadas na alimentação humana. Os dados da FAO (2001), que apresenta área média em torno de 12 milhões de hectares para milho e 4,5 milhões de hectares para feijão nas safras de 1997 a 1999, o que equivale cerca de 47% da área de grãos do país, dão vulto ao seu valor como fonte de renda do produtor brasileiro. Outro ponto a se considerar na importância destes produtos é o mérito dos mesmos na cultura alimentar do brasileiro. O feijão constitui a base alimentar e fonte de proteína da população de baixa renda do Brasil e o milho é utilizado diretamente em diversos pratos típicos da culinária nacional ou indiretamente como componente de rações ou na fabricação de outros produtos.

A cultura de milho (*Zea mays* L.), atualmente, ocupa a terceira maior área cultivada no mundo, superada apenas pelo trigo e pelo arroz. No Brasil, na safra 98/99, o milho ocupou 39,32% do total de grãos produzidos, tendo uma previsão de área de plantio em torno de 9,8 milhões de hectares para a 1ª safra (safra normal) e de 2,9 milhões de hectares para a 2ª safra (safrinha). Todavia, embora a área plantada seja extensa, a produtividade do país ainda é muito baixa (2.592 $kg.ha^{-1}$, na safra 98/99 segundo a Conab) (Jacobsen, 2000), comparada com a produtividade mundial de 4.164 $kg.ha^{-1}$, de 95 a 99, segundo a FAO (2001).

São muitas as razões para a baixa produtividade brasileira, podendo-se citar principalmente a não utilização de tecnologia adequada no cultivo em grande parte da área plantada, onerando a produção, não só pelas baixas

produtividades, como também pela degradação das áreas utilizadas, com conseqüências econômicas, sociais e ambientais.

Segundo Souza (2000), o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta grande diversidade no sistema de produção, sendo explorado para subsistência com baixo uso de insumos e produtividade. A cultura do feijoeiro ocupou uma área de pouco mais de 4,3 milhões de hectares no Brasil na safra 1999/2000, com uma produção de 3.071.600 toneladas, o que leva a uma produtividade de cerca de 710 quilos de feijão por hectare (Agrianual, 2001). O estado de Minas Gerais com uma área de 433,7 mil hectares e com produtividade em torno de 900 quilos por hectare, tem uma produtividade baixa, considerando-se os 1.984 $kg.ha^{-1}$ produzidos pelos Estados Unidos ou os 1.127 $kg.ha^{-1}$ pela Argentina, segundo a FAO (2001). A simples adoção de algumas técnicas, como a adubação balanceada, correto manejo de plantas daninhas e pragas, uso de cultivares adequadas e a manutenção de uma população adequada de plantas na área já possibilitariam um aumento razoável na produtividade da cultura.

2.2 Sistemas de preparo do solo

O preparo do solo, segundo Castro (1989), é a manipulação física, química e biológica do solo, buscando melhorar as condições para a germinação das sementes, emergência das plântulas e o estabelecimento e desenvolvimento das planta. O homem tem adotado o uso de implementos de preparo do solo para alterar suas condições físicas, visando atender a objetivos específicos das culturas desde os primórdios da agricultura, desde 6000 a.C. (Magalhães apud Coelho, 1998).

Segundo Mondardo (1984), o preparo do solo utilizado no Brasil pode ser dividido em super preparo, quando os restos vegetais são queimados, preparo convencional, com a incorporação dos restos culturais, preparo reduzido, com os

restos culturais semi-incorporados e "plantio direto", quando os restos vegetais estão na superfície do solo. Coelho, apud Coelho (1998), divide os sistemas de manejo do solo segundo a incorporação dos restos culturais e a mobilização da camada subsuperficial: a incorporação total da palhada e a mobilização total da camada subsuperficial caracterizam o sistema convencional; a incorporação parcial da palhada em até 30% e a mobilização total da camada subsuperficial caracterizam o sistema de preparo reduzido; o plantio direto caracteriza-se pela não incorporação da palhada e a mobilização da camada subsuperficial restrita ao sulco de semeadura.

O sistema convencional de cultivo é aquele no qual há o prévio preparo do solo, o chamado "preparo periódico", para a colocação de insumos, como sementes e fertilizantes, para a instalação da cultura, podendo as operações para o preparo periódico variar em número e tipo, conforme a região, ou, mesmo, de propriedade para propriedade. Galeti (1983) cita que os esquemas de preparo do solo de cada local dependem das condições e do tipo do mesmo, das exigências das culturas e das máquinas e/ou implementos utilizados, não havendo a possibilidade de se recomendar uma forma geral de preparo de solo que possa ser usada em todas as situações. Cita também que o aumento do número de operações onera os custos de produção e torna o solo mais exposto à erosão.

As operações de preparo do solo no sistema convencional de cultivo, como a gradagem e a aração, podem causar: compactação em camadas subsuperficiais; processos erosivos causados pelo escorrimento superficial da água e ação eólica pela desagregação do solo, por causa da excessiva movimentação da camada superficial, entre outros problemas que dificultam a sustentabilidade do sistema produtivo e que causam decréscimos na produtividade das culturas (Saturnino & Landers, 1997).

O sistema de preparo reduzido pode ser considerado desde aquele em que há o cancelamento de uma operação no preparo do solo no sistema

convencional até a movimentação de cerca de 30% da cobertura do solo, abaixo do qual já se considera sistema de semeadura direta.

Segundo Borges (1993), o sistema de cultivo de semeadura direta teve como dificuldades iniciais o controle de plantas daninhas e o semeio com máquinas em solos não preparados. O sistema começou a ter algum impulso a partir do descobrimento de moléculas herbicidas de ação total, como o paraquat, na Inglaterra, em 1956. Segundo Fancelli & Favarin (1987), o sistema de semeadura direta seria suficiente para justificar a sua implantação por ser uma das mais eficientes práticas de controle de erosão, devido à reduzida desestruturação do solo e pela proteção da palhada. Phillips (1993) cita que o plantio direto é importante para a conservação do solo e da água, permite menor uso de potência e mão-de-obra, reduz a temperatura do solo e o uso de combustível por unidade de área, melhora as condições físicas do solo, permite maior número de safras ao longo dos anos e incremento do uso da terra incorporando-se áreas pouco mais declivosas ao processo produtivo.

Hetz & Barrios (1997) compararam os gastos energéticos nos sistemas de cultivo convencional, reduzido e direto, observando redução no custo energético de cultivo na ordem de 30% para o sistema de preparo reduzido e de 44% no plantio direto. Os autores observaram um consumo de 2.657 MJ/ha para o sistema convencional, 1.867 MJ/ha para preparo reduzido e 1.470 MJ/ha para plantio direto. Esses resultados evidenciam que os sistemas de preparo reduzido e plantio direto proporcionam significativas reduções do custo energético por unidade de área trabalhada.

2.3 Equipamentos para semeadura mecanizada

Segundo Balestreire (1990), Joseph Locatelli de Corinto, em 1636, desenvolveu a primeira semeadora européia. Tratava-se de uma máquina que se

constituía, basicamente, de um depósito de madeira no qual se colocavam as sementes e de um eixo rotativo com conchas que jogavam as sementes em tubos que as conduziam, depositando-as em fileiras sobre o solo. Em 1785, foi projetada por James Cook a semeadora que serve de base para as atuais.

De acordo com o mesmo autor, as semeadoras podem ser classificadas, quanto à forma de distribuição de sementes, em:

a) em linha, que se divide em contínua, de precisão, em quadrado ou em grupos. A distribuição em linha continua é feita de modo continuado, com certa variação no número e posição das sementes; na distribuição de precisão as sementes são dosadas preferencialmente uma a uma, com pouca variação do número e posição na linha de plantio. A distribuição em quadrado quase não é mais utilizada e a distribuição em grupos é uma variação do plantio em covas, podendo ser utilizado quando a profundidade de semeadura é maior ou o poder germinativo das sementes é baixo;

b) a lanço, quando as sementes são distribuídas ao acaso sobre a área a ser semeada, podendo ser aérea ou terrestre.

Coelho (1996) define uma máquina para semeadura como aquela destinada a dosar certa quantidade de sementes e lançá-las no solo de acordo com certo padrão de distribuição. Semeadora é a designação dada às máquinas destinadas a dosar e colocar no solo os grãos utilizados para a instalação de culturas, ou seja, as sementes. O termo semeadora-adubadora é utilizado para aquelas máquinas que têm por função dosar e colocar no solo sementes e fertilizantes, numa mesma operação, com a necessidade destes insumos serem depositados em profundidades adequadas e com o devido fechamento do sulco e sua compactação. As semeadoras-adubadoras são, então, essencialmente constituídas de mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes, sulcadores,

controladores de profundidade, cobridores de sementes e rodas compactadoras (Pacheco, 1994).

Balestreire (1990) cita que, de modo geral, as sementes de gramíneas são consideradas miúdas, com exceção do milho, e das leguminosas, como feijão, soja e amendoim, são graúdas. As semeadoras-adubadoras de precisão são as máquinas utilizadas normalmente para semeadura de culturas com sementes graúdas, sendo que, na prática, criou-se um vício de linguagem que convencionou chamá-las de "plantadeiras".

Segundo Ortiz-Cañavate (1995), uma semeadora em linha deve realizar as seguintes operações: abrir o sulco, dosar e depositar a semente no sulco, cobrir a semente e compactar o sulco.

2.3.1 Mecanismos dosadores de sementes

Em semeadoras com distribuição em linha contínua, o mecanismo dosador de sementes utilizado, segundo Balestreire (1990), normalmente é o de cilindros canelados. A parte superior do cilindro fica em contato com a massa de sementes, sendo a vazão das sementes controlada pelo comprimento da secção do cilindro em contato com esta massa e pela sua rotação relativa ao avanço do conjunto. Ou seja, quanto maior a área do cilindro em contato com a massa de sementes e/ou maior número de rotações do mesmo em determinado espaço percorrido, maior a quantidades de sementes distribuída, e vice-versa. Para as semeadoras em linha contínua, existem também os dosadores de discos alveolados, orifícios reguladores e os dosadores centrífugos.

De acordo com Silveira (1989), para semeadoras-adubadoras de precisão, os dosadores de sementes normalmente utilizados são:

a) discos perfurados

Constitui-se em um disco com furos redondos, oblongos ou de formato especial, localizados concentricamente ou na borda do disco que, dependendo do projeto da semeadora, se posicionam de forma vertical, horizontal ou inclinado. Quando se posicionam verticalmente, os orifícios normalmente estão localizados na borda do disco e alojam as sementes ao mergulhar em sua massa durante a rotação.

Quando os discos do sistema dosador se posicionam horizontalmente, os sistemas dosadores normalmente se constituem de uma base fundida, que sustenta um eixo dotado de pinhão e engrenagem de acionamento, que acionam uma coroa a qual aciona o disco dosador, por meio de pinos chanfrados. Um sistema ejetor de sementes localizado sobre o disco dosador tem a função de limitar o número de sementes por furo e empurrá-las para fora quando estas coincidem com a abertura de saída das sementes. O sistema dosador de discos perfurados inclinados é muito semelhante ao de discos perfurados horizontais, diferindo na inclinação do disco.

b) correia sem-fim

Este sistema dosador é composto por correias de espessura e largura adequadas com furos projetados para cada dimensão da semente a ser semeada. Com o acionamento do sistema, a correia perfurada passa pela massa de sementes e estas se alojam nos furos, sendo expelidas quando coincidem com a abertura de saída das sementes.

c) pneumáticos

Os dosadores pneumáticos utilizam o vácuo ou a pressão como forma de separação e preensão da semente até a abertura de saída. Uma corrente de ar, que pode ser gerada por sopro ou sucção, dependendo do projeto de cada máquina, atravessa os orifícios dosadores que estão dispostos concentricamente em um disco dosador, causando a preensão de uma semente por orifício. A corrente é,

então, levada até a abertura de saída da semente, onde a pressão ou vácuo são neutralizados, causando a saída da semente do orifício.

Balestreire (1990) cita, além destes sistemas dosadores , os de:

a) dedos preensores

Constituído por dedos formados por pequenas chapas curvas, pivotadas, que se fecham sobre as sementes por ação de molas. Os dedos preensores estão dispostos concentricamente em um disco vertical e, quando cada dedo passa pela massa de sementes, este se fecha sobre uma delas e a eleva até a abertura de saída com o movimento de rotação do disco, liberando a semente.

b) canecas

Constitui-se em uma série de discos montados sobre um eixo comum, sendo fixados em cada disco canecas que removem as sementes do depósito.

2.3.2 Mecanismos dosadores de adubos

Os mecanismos dosadores de adubos podem ser helicoidais, rotores dentados, discos rotativos, rotor vertical impulsor, correias, correntes ou cilindros canelados (Balestreire, 1990). O sistema geralmente é instalado na parte inferior do depósito de adubo da máquina e conduz ou impulsiona o adubo até o orifício de saída. A sua regulagem é efetuada por sistema de transmissão por engrenagens e/ou controle da abertura de saída do adubo.

2.3.3 Sulcadores

Segundo Balestreire (1990), os sulcadores se destinam a abrir sulcos no solo para a colocação de adubos, sementes ou mesmo defensivos agrícolas, a profundidades adequadas a cada espécie. Nas semeadoras-adubadoras, podem variar, para cada fabricante, em sulcadores de enxadas, facões ou discos. Os

sulcadores de enxadas normalmente são utilizados em solos bem preparados, não sendo indicados para terrenos com tocos, raízes ou restos de cultura, sendo recomendados apenas para cultivo convencional. Os sulcadores de facão variam bastante em forma conforme o fabricante e são de construção bastante simples, mas apresentam limitações em terrenos com excesso de restos de cultura. Os sulcadores de discos podem ser de discos simples ou duplos, conforme a sua construção utilize um ou dois discos. A colocação do adubo em sulcadores de disco duplo é mais precisa, pelo fato da abertura do sulco em "V".

Coelho (1998) cita também o sulcador tipo triplo disco, com um disco de corte, para corte de palhada, associado a um disco duplo utilizado na unidade semeadora em plantio direto.

A adoção do disco de corte em plantio direto permitiu o uso de sulcadores do tipo facão em sistema de plantio direto, diminuindo os embuchamentos causados pela palha nestes sulcadores.

2.3.4 Controle de profundidade dos sulcadores

Normalmente, em semeadoras-adubadoras, o controle de profundidade dos sulcadores de adubo é feito por pressão de mola, que tem por função transferir o peso da máquina para os sulcadores.

O controle de profundidade de colocação de sementes, em algumas semeadoras, pode ser feito por uma articulação com furos ou entalhes de regulagem, ligada a uma roda. Em outras, pode ser feito por um eixo que controla a pressão das molas sobre os sulcadores (Balestreire, 1990). Segundo Ortiz-Cañavate (1995), o controle da profundidade de semeio deve ser feito por meio de um mecanismo de elevação, mecânico ou hidráulico, da distância vertical entre as rodas de apoio da semeadora e os sulcadores.

Em semeadoras mais atuais, é comum a presença de rodas duplas, entre as quais é instalado o sulcador de sementes, que tem por objetivo o controle da profundidade de semeio ou o controle da profundidade de semeio mais cobertura do sulco. Normalmente, essa roda dupla é colocada em posição posterior ao sulcador. Muitas semeadoras ainda utilizam o controle de profundidade de semeio por rodas, que também cumprem a função de rodas motrizes no acionamento dos sistemas dosadores e compactadoras de sulco. Normalmente, as semeadoras que têm os mecanismos de controle de acionamento, profundidade e compactação de sulco separados, realizam a operação de semeio mais eficientemente, pelo fato do mecanismo estar mais próximo do sulcador, sofrendo menor influência de eventuais irregularidades do terreno.

2.3.5 Cobridores de sulcos

Os cobridores de sulco têm por função jogar terra em quantidade adequada e uniformemente sobre os sulcos abertos pelos sulcadores, mais precisamente sobre as sementes, já que os sulcadores de sementes normalmente se localizam após os sulcadores de adubo nas semeadoras-adubadoras.

Os cobridores de sulco, segundo Balestreire (1990), podem ser de chapa dobrada em formato adequado para a operação, de discos reguláveis para se obter a quantidade de cobertura adequada ou de rodas duplas de borracha em "V", com regulagem do ângulo de abertura entre as rodas.

2.3.6 Compactadores de sulco

Segundo Pacheco (1994), as rodas compactadoras têm por função colocar as sementes em contato com o solo, para melhor absorção de umidade, garantindo uma melhor germinação.

A compactação do sulco pode ser feita, segundo Balestreire (1990), por roda compactadora com alívio central, rolos compactadores, ou duas rodas compactadoras individuais com distância e ângulo entre elas variáveis.

2.4 Evolução das semeadoras-adubadoras para plantio direto

As semeadoras-adubadoras de plantio direto devem somar às funções das semeadoras-adubadoras convencionais o corte da palhada existente no terreno, além da capacidade de romperem um solo com condição de trabalho mais rústica, ou seja, sem o preparo periódico. Dentre os entraves a serem contornados no início do desenvolvimento do sistema de plantio direto, um dos principais foi o desenvolvimento de máquinas preparadas para as novas condições de semeio. Segundo Borges (1993), uma das primeiras semeadoras-adubadoras de plantio direto no país foi uma máquina de marca Buffalo Ela foi importada dos Estados Unidos, pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1969. Ela foi utilizada no semeio de um hectare de sorgo, sobre resteva de inverno, mas foi destruída logo após, em um incêndio no galpão no qual havia sido guardada. Em 1972, o produtor Herbert Bartz, de Rolândia, no Paraná, importou dos Estados Unidos uma máquina Allis-Chalmers, para semear soja sobre a resteva de trigo, e uma máquina FNI-Rotacaster da Inglaterra.

Coelho (1998) cita que as primeiras máquinas para semeadura direta trabalhavam com facas rotativas como elementos sulcadores. O seu acionamento se dava pela tomada de potencia do trator, que demandava grande potência e ocasionava constantes danos ao sistema de transmissão do trator, além de demandar constante manutenção de todo o sistema de "facas rotativas" e de retirar toda a palhada no local de abertura do sulco.

Borges (1993) relata que, além destas máquinas importadas, foram tentadas diversas adaptações nas máquinas nacionais comercializadas, como molas mais reforçadas, que tinham performance razoável em solos mais arenosos. Até que, em 1978, a Semeato enviou para a região dos Campos Gerais alguns "kits" com discos de corte ondulados e, a partir de 1979/80, aquela empresa já comercializava um "kit" especial para o plantio direto para a semeadora-adubadora PS-6, criado pelos pesquisadores Laurence Richardson e José A. Portela. Dentre as principais adaptações realizadas nas semeadoras para semeio convencional para o sistema de semeadura direta, se encontra o disco de corte. A sua função seria cortar a palha remanescente e abrir um sulco para a penetração dos conjuntos que depositam o adubo e a semente. Os primeiros "kits" de adaptação consistiam, então, de um disco de corte ondulado e molas para aumentar a pressão dos sulcadores, para o adubo e sementes, contra o solo, numa tentativa de fazer com que estes trabalhassem em uma condição de maior resistência à penetração, ou seja, um solo estruturado.

Segundo Coelho (1998), no final da década de 1970 e início dos anos 80, a indústria nacional disponibilizou os sulcadores do tipo triplo disco para a unidade semeadora, compostos de um disco de corte associado ao sulcador de disco duplo em forma de "V".

Segundo informações descritas por Saturnino & Landers (1997), no final da década de 1980 houve o desenvolvimento de semeadoras-adubadoras de tração animal para o plantio direto e o melhoramento de "kits" de cultivo mínimo e semeadura direta para microtrator, na microbacia do Ribeirão das Pedras.

A principal adaptação ocorrida nas semeadoras-adubadoras de semeadura direta em relação às semeadoras-adubadoras convencionais está relacionada com os sulcadores para a deposição de adubos e sementes, substituindo-se o sistema de disco duplo convencional por um outro sistema,

seja de triplo disco, facas rotativas, facão ou mesmo discos duplo defasados ou desencontrados. Foram desenvolvidos, então, diversos sistemas de rompimento de solo, objetivando atender às variadas condições existentes, desde classe de solo até o tipo de palhada preponderante, em um processo de desenvolvimento de produtos contínuo, que dificilmente culminará em apenas um produto eficiente para todas as condições.

2.5 Seleção de semeadoras para o sistema de plantio direto

Para a seleção de equipamentos de semeio devem-se considerar aspectos como o tamanho e topografia da área a ser semeada, tempo hábil para a operação de semeio, capacidade operacional de cada equipamento e adequação da área, do produtor e do operador ao sistema de mecanização. Os equipamentos de semeio em áreas de plantio direto podem ser manuais, tração animal ou de tração mecânica. Almeida (1993) avaliou uma semeadora-adubadora manual, chamada comumente de "matraca", adaptada para plantio direto, com o formato da ponta afilada. Ela possibilitou melhor condição de penetração ao solo, menor esforço físico do operador e maior índice de germinação das culturas avaliadas quando comparada com a semeadora-adubadora manual convencional, em plantio direto, com um índice de emergência 28% superior na cultura do milho e 16,36% superior na cultura do feijoeiro.

Saturnino & Landers (1997) citam que pequenos produtores contam com técnicas como o cultivo manual e uso da tração animal para o sistema de semeadura direta, com o uso de "matraca" adaptada e semeadoras de tração animal. Algumas semeadoras de tração animal para semeadura direta utilizam sistema dosador de sementes pneumáticos, acionados por motores colocados no chassi da semeadora, indicando que o uso de tecnologia independe do tipo de tração utilizado.

A Embrapa e a empresa Sfil desenvolveram a Sembra 2000, uma semeadora-adubadora automotriz com duas linhas de plantio, com conjunto sulcador por enxadas rotativas mais facão para semente, para pequenas propriedades (Fonte: Prospecto comercial Sembra 2000, Sfil/ Embrapa, 1999).

Para propriedades de maior porte, existem hoje no mercado diversos modelos e marcas de semeadoras-adubadoras. Segundo Saturnino & Landers (1997), alguns conjuntos permitem o plantio de áreas superiores a 100 hectares por dia. Segundo Landers (1995), o plantio direto necessita de semeadoras que sejam versáteis e sirvam para várias culturas e espaçamentos, que sejam resistentes, abram o sulco com pouca remoção de palha e terra e não embuchem, coloquem as sementes a profundidades constantes e adequadas, cubram e compactem de forma eficiente o sulco e depositem o adubo adequadamente. Para Sattler (1993), a seleção de uma semeadora-adubadora para plantio direto deve considerar a versatilidade, a eficiência no rompimento do solo, a precisão, uniformidade e qualidade da máquina.

2.6 Fatores que afetam a eficiência de semeadura

Ortiz-Cañavate (1995) cita que, para se conseguir uma semeadura de precisão, as condições devem ser: sementes de tamanho uniforme, o alvéolo dosador deve ter tamanho correspondente às sementes e estas devem ter tempo suficiente para entrar nos alvéolos. O sistema ejetor deve limitar o número de sementes e forçá-las a cair pela abertura de saída; o tubo condutor de sementes deve ser curto, liso e reto, e ter sua extremidade final perto do fundo do sulco. Além disso, as sementes devem estar a profundidade adequada e não devem saltar quando depositadas no fundo do sulco. As regulagens que devem ser efetuadas para se obter um bom semeio são: a regulagem da dose de semeio, de

profundidade, da distância entre as linhas de semeio, considerar os aspectos de coeficiente de germinação e patinagem das rodas motrizes da semeadora.

Grandi (1997) cita que devem-se utilizar sementes bem selecionadas e devidamente comprovadas, tomando-se também cuidado de não variar a velocidade de deslocamento da utilizada na aferição, para se evitar modificação no espaçamento entre as sementes, bem como uma movimentação do solo diferente da verificada na aferição.

Segundo Balestreire (1990), os fatores que afetam a eficiência de semeadura podem estar relacionados com as sementes, o solo, a máquina, o clima e o operador. As sementes influenciam a semeadura pela quantidade de sementes a ser distribuída, pela sua viabilidade, sua uniformidade de tamanho e distribuição, sua forma, profundidade de colocação e tratamentos com defensivos ou inoculantes. O solo pode influenciar pelo seu preparo, fertilidade e textura, além de fatores ligados aos fatores climáticos como o teor de umidade, temperatura e aeração. O operador é um fator importante na eficiência de semeadura pela sua capacidade em regular a máquina, manter velocidade adequada de operação, o espaçamento adequado entre as linhas de semeio e manter a máquina em adequada condição de uso, com manutenções e reparos corretos.

A influência da semeadora se dá pelo tipo de mecanismo de cobertura, sulcador e mecanismo dosador de sementes, além do tipo de rodado das rodas motrizes. É comum obterem-se índices de quebras de sementes de até 7% em dosadores puramente mecânicos, que podem ser reduzidas em 3% a 4% com o uso de aliviadores de pressão, principalmente em sementes sensíveis, como o amendoim. O patinamento da roda de acionamento depende do tipo da roda de acionamento, do tipo, umidade e preparo do solo e da velocidade de operação, variando em valores aproximados de 4% de patinamento para rodas de borracha ranhurada, 8% para rodas de borracha lisa e 12% para rodas de ferro liso.

A falta de uniformidade na distribuição longitudinal de sementes se deve, principalmente, a erros no sistema dosador da semente, quando este captura múltiplas sementes ou não captura nenhuma. Tourino e Klingensteiner (1983), trabalhando em banco de ensaio, adotaram critérios nos quais determina-se a faixa de 90% a 100% de espaçamentos aceitáveis como ótimo desempenho; 75% a 90% como bom desempenho; 50% a 75% como desempenho regular e desempenho insatisfatório abaixo de 50%. Os espaçamentos considerados aceitáveis são os que se situam entre $0{,}5x_{ref}<x_i<1{,}5$, ou seja, aqueles que se situam entre 0,5 e 1,5 vez o espaçamento médio esperado, considerando-se espaçamentos falhos aqueles abaixo do limite inferior e espaçamentos múltiplos aqueles situados acima do limite superior do intervalo (Coelho, 1996).

Segundo Chinnan et al., apud Pacheco (1994), falhas ou capturas múltiplas de sementes pelo sistema dosador e o fato de que podem ocorrer variações na trajetória da semente no tubo condutor, além de rolamentos ou saltos no momento do impacto da semente no solo, podem causar desuniformidade na distribuição longitudinal de sementes.

Em semeadoras com sistema dosador de disco perfurados, o tamanho da célula dosadora e a velocidade periférica do disco dosador são apontados como componentes importantes para a distribuição longitudinal de sementes. Pacheco (1994), trabalhando com velocidades periféricas do disco dosador de 0,26, 0,37 e 0,49 m/s, observou porcentagens de enchimento de células de 100,25%, 98,29% e 94,12%, respectivamente, indicando que a velocidade mais baixa propicia a melhor captura da semente pela célula dosadora. Delafosse, apud Coelho (1998), recomenda o limite máximo de 0,29 a 0,32 m/s de velocidade periférica do disco dosador. De acordo com Ortiz-Cañavate (1995), as células do disco dosador devem se adaptar ao tamanho e forma das sementes, evitando-se falhas ou duplos. Os dosadores com platôs de maiores diâmetros, de velocidade

periférica baixa e com sua velocidade em relação ao solo baixa ou nula, são mais precisos.

Oliveira (1997), avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora em duas classes de solo, verificou uma pequena diferença no poder germinativo de sementes de milho que passaram pelo sistema dosador de sementes, que não foram significativas. Pacheco (1994) cita que a interação entre a velocidade periférica do disco dosador e as dimensões do tubo condutor poderiam interferir na trajetória da semente, assim como pode haver possíveis efeitos de diferentes comprimentos e conformações do tubo condutor.

As variações na distribuição longitudinal de sementes afetam o estande final de plantas ou o espaço disponível para cada planta, influenciando no desenvolvimento e produção desta e, conseqüentemente, na produtividade da cultura. As plantas podem apresentar certo "efeito compensatório" em relação ao espaço disponível para seu desenvolvimento, até certo ponto. Fernandes (1987), concluiu que as plantas de feijoeiro podem compensar uma perda de até 50% de plantas na parcela.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Área experimental

A área experimental está localizada no município de Lavras, sul do estado de Minas Gerais, com latitude sul de 21°14', e longitude de 45°00' a oeste de Greenwich (Brasil, 1992). O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura, no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), apresentando altitude de aproximadamente 910 m, com características climáticas de precipitação anual média de 1.411 mm e temperatura média mensal de 19,3 graus centígrados (Atlas..., 1982). Os dados pluviométricos coletados pela Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto de 2000 a maio de 2001, estão apresentados na Figura 1.

Predomina no local o relevo suave ondulado, sendo a classe de solo um LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (LVdf) (Embrapa, 1999). Os resultados de análise de fertilidade do solo, nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm de profundidade são apresentados nas Tabelas 1 e 2, para as áreas de milho e feijão, respectivamente. As amostras de solo foram coletadas segundo recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Comissão..., 1999), sendo que a interpretação dos resultados da análise serviram para se determinar a adubação utilizada para as culturas.

Como cobertura do solo na área experimental, realizou-se o semeio de milheto (*Penissetum americanum*) em 09/09/2000. Utilizou-se espaçamento de 20cm entrelinhas, com um gasto de 20kg de sementes por hectare, conforme recomendação de Pitol (1993), sobre restos de cultura de milho e feijão, onde

também ocorreram plantas daninhas de várias espécies, tanto de folhas largas como gramíneas.

O experimento com a cultura do milho foi instalado em área com restos culturais de feijoeiro e o experimento com a cultura do feijoeiro em área com restos culturais de milho. Realizou-se, assim, rotação de culturas, prática altamente recomendada para o sistema de plantio direto. Após a colheita das culturas anteriores (milho e feijoeiro), no ano agrícola de 1999/2000, a área foi deixada em pousio. O semeio de milheto foi realizado sem o manejo prévio das plantas daninhas, visando ao aumento da massa de palhada de cobertura, resultando numa palhada com 2,8 toneladas de matéria seca de palha por hectare na área na qual foi plantado milho e 5,46 toneladas de matéria seca de palha por hectare na área na qual foi plantado feijão. A produção de palhada pelo milheto foi comprometida pela baixa disponibilidade de água, com precipitação irregular no período, conforme se pode observar na Figura 1.

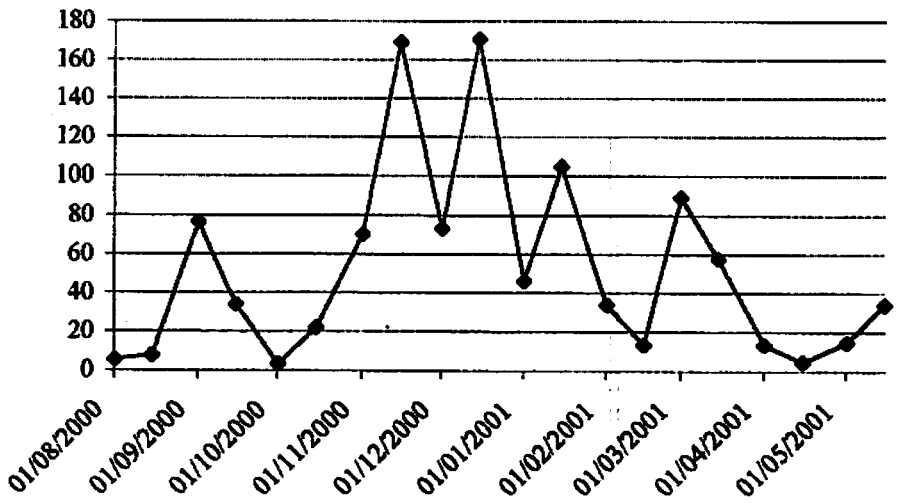

FIGURA 1 Precipitação mensal no período de condução dos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2002, dados fornecidos pela Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG.

[redacted]

TABELA 1 Resultados de análise de fertilidade do solo, nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm, na área de instalação de experimento com milho.UFLA, Lavras, MG, 2000.[1]

Elemento	Unidade	0 a5 cm	5 a 10 cm	10 a 20 cm
PH em água (1:2,5)		6,5AcF[2]	6,1AcF	5,8AcM
P (fósforo Mehlich I)	mg/dm^3	9,0B	9,0B	7,0B
K (potássio Mehlich I)	mg/dm^3	340A	100,0A	62,0M
Ca (cálcio)	$cmol_c/dm^3$	3,9M	3,4M	3,4M
Mg (magnésio)	$cmol_c/dm^3$	0,6M	1,1A	0,6M
Al (alumínio)	$cmol_c/dm^3$	0,0B	0,0B	0,0B
H+Al (acidez potencial)	$cmol_c/dm^3$	2,6M	2,9M	3,2M
S.B. (soma de bases)	$cmol_c/dm^3$	5,4A	4,8M	4,2M
t (CTC efetiva)	$cmol_c/dm^3$	5,4M	4,8M	4,2M
T (CTC a pH7,0)	$cmol_c/dm^3$	8,0M	7,7M	7,4M
m (saturação por alumínio)	%	0,0B	0,0B	0,0B
V (saturação por bases)	%	67,4M	62,1M	56,5M
Ca/T	%	48,9	44,4	46,2
Mg/T	%	7,5	14,4	8,2
K/T	%	10,9	3,3	2,2
Ca/Mg		6,5	3,1	5,7
Ca/K		4,5	13,3	21,4
Mg/K		0,7	4,3	3,8
Matéria orgânica	dag/kg	4,0A	3,8A	3,6A

[1] Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA), em outubro de 2000, segundo Manual de Análise de Solo, EMBRAPA (1998).

[2] AcF=acidez fraca; AcM=acidez média; A=teor alto; M=teor médio; B=teor baixo.

TABELA 2 Resultados de análise de fertilidade do solo, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, para a área de instalação de experimento com feijão. UFLA, Lavras, MG, 2000.[1]

Elemento	Unidade	0 a 5 cm	5 a 10 cm	10 a 20 cm
PH em água (1:2,5)		6,0 AcF[2]	5,9AcM	5,5AcM
P (fósforo Mehlich I)	mg/dm^3	7,0B	7,0B	3,0B
K (potássio Mehlich I)	mg/dm^3	310,0A	310,0A	39,0B
Ca (cálcio)	$cmol_c/dm^3$	2,1M	2,1M	2,2M
Mg (magnésio)	$cmol_c/dm^3$	1,0M	1,0M	0,3B
Al (alumínio)	$cmol_c/dm^3$	0,0B	0,0B	0,1B
H+Al (acidez potencial)	$cmol_c/dm^3$	4,0M	3,6M	4,0M
S.B. (soma de bases)	$cmol_c/dm^3$	3,9M	3,9M	2,6M
t (CTC efetiva)	$cmol_c/dm^3$	3,9M	3,9M	2,7M
T (CTC a pH7,0)	$cmol_c/dm^3$	7,9M	7,5M	6,6M
m (saturação por alumínio)	%	0,0B	0,0B	3,7B
V (saturação por bases)	%	49,3B	52,0M	39,4B
Ca/T	%	26,6	28,0	33,3
Mg/T	%	12,7	13,3	4,5
K/T	%	10,1	10,6	1,5
Ca/Mg		2,1	2,1	7,3
Ca/K		2,6	2,6	22,0
Mg/K		1,3	1,3	3,0
Matéria orgânica	Dag/kg	3,8A	3,6A	3,4A

[1] Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA), em outubro de 2000, segundo Manual de Análise de Solo, EMBRAPA (1998).

[2] AcF=acidez fraca; AcM=acidez média; A=teor alto; M=teor médio; B=teor baixo.

3.1.2 Máquinas utilizadas na instalação dos experimentos

As máquinas utilizadas na instalação dos experimentos são novas e se encontram em bom estado de conservação. As semeadoras-adubadoras utilizadas têm uso restrito para implantação de experimentos e áreas comerciais no Departamento de Agricultura da UFLA.

As semeadoras-adubadoras avaliadas serão descritas separadamente, a seguir. Além dessas, utilizaram-se, na área experimental, as seguintes máquinas e equipamentos:

- trator Ford, modelo 4630 4X2, com 63,0 cv (46,3 kW) a 2200 r.p.m.;
- pulverizador marca Berthoud com barra de 10 metros, tanque de 400 litros, engate no sistema de levante hidráulico do trator, utilizado para a aplicação de herbicidas;
- pulverizador marca Jacto costal manual, para a aplicação de inseticidas.

3.1.2.1 Caracterização das semeadoras-adubadoras avaliadas

Todas as semeadoras-adubadoras avaliadas nos experimentos utilizam-se do sistema dosador de discos perfurados. Apesar de algumas semeadoras-adubadoras poderem ser configuradas com maior número de linhas, adotaram-se três linhas de semeio para feijão, espaçadas a 0,45 m e 2 linhas de semeio para milho, espaçadas a 0,90cm, para todos os tratamentos. Essa escolha se deu em função da operacionalidade de instalação do experimento e para se manter todos os tratamentos com mesmo número de linhas e tamanho de parcela. As semeadoras-adubadoras utilizadas foram:

a) Semeato SHM 11/13

Trata-se de uma semeadora-adubadora para semeadura direta do tipo "múltipla", para trabalhar com sementes miúdas ou sementes graúdas, com

sistema dosador de sementes de fluxo contínuo (rotor acanelado) e de precisão (discos perfurados). Pode-se configurá-la para trabalhar com o máximo de 13 linhas de semeio com espaçamento entre linhas mínimo de 0,17m para fluxo contínuo (sistema dosador de rotor acanelado) com sulcadores para sementes e fertilizantes de disco duplo defasado ou para trabalhar com o máximo de 5 linhas de semeio, com espaçamento entre linhas mínimo de 0,40m para configuração de semeadora de precisão (sistema dosador de discos perfurados). O acoplamento da máquina se faz à barra de tração do trator e o levantamento da máquina para transporte e manobras pelo sistema hidráulico do trator.

Na configuração para semeadora-adubadora de precisão, o depósito de sementes comum para todas as linhas com capacidade de 270 litros (203kg) é ligado por tubos condutores telescópicos de plástico a um reservatório auxiliar menor, comumente chamado de "pipoqueira", no qual o sistema dosador de discos perfurados está montado. Pelo fato destes tubos condutores estarem colocados antes do sistema dosador, apenas o tubo condutor situado após o sistema dosador foi descrito.

O acionamento dos sistemas dosadores de sementes e fertilizantes se dá por rodas com pneus de borracha 6.50x16 militar, com uma roda acionadora comum para todas as linhas para o sistema de distribuição de sementes e outra para a distribuição de adubo, comum para todas as linhas, sendo o rodado do tipo pivotado. A regulagem da distribuição de sementes se dá pela troca do disco perfurado e/ou pela substituição de engrenagens e a regulagem da distribuição de fertilizantes se dá pelo controle da abertura de saída do fertilizante, pela substituição do rotor dentado e/ou pela troca de engrenagens de acionamento.

Para a instalação dos experimentos, o peso da máquina vazia com três linhas de semeio era de 1.488 kg, e com duas linhas de semeio de 1367kg.

As demais características da semeadora-adubadora Semeato SHM11/13 estão descritas na Tabela 3.

TABELA 3 Características estruturais e funcionais da semeadora-adubadora SHM 11/13, configuração para sementes graúdas (semeadora-adubadora de precisão). UFLA, Lavras, MG, 2000-2002

Características	Semeato SHM 11/13
Acoplamento à fonte de potência	Barra de tração
Depósito de adubo	De chapas de metal, coletivo, capacidade de 300 litros
Depósito de sementes	De chapas de metal, coletivo, capacidade de 270 litros
Conjunto sulcador para sementes	Disco duplo defasado
Conjunto sulcador para fertilizantes	Disco de corte liso de 17" mais facão
Tubo condutor de sementes	Tubo plástico de secção oval 20x27mm, 275mm de comprimento
Tubo condutor de fertilizantes	Condutor plástico telescópico, conexões em borracha sanfonada
Sistema dosador de sementes	Disco perfurado horizontal
Sistema dosador de fertilizantes	Rotor dentado
Cobridores/compactadores	2 rodinhas revestidas em borracha, em "V", por linha
Largura total	3,2m
Acionamento dos sistemas dosadores	Por rodas laterais com pneus de borracha 6.50x16 militar, coletivos para as linhas e independentes para cada sistema dosador, com 2,4m de perímetro, sem carga

Fonte: Manual do operador: catálogo de peças SHM SEMEATO.

b) Jumil JM - 2040

Semeadora-adubadora para semeadura convencional, com peso de 425 kg com duas linhas e 540 kg com três linhas. A regulagem da quantidade de sementes é feita pela troca dos discos perfurados e/ou troca de engrenagens, e a regulagem do sistema dosador de adubo pela abertura de saída do sistema distribuidor e/ou troca de engrenagens de acionamento. Com a barra porta-ferramentas de 3,86 m, pode ter de 2 a 8 linhas de semeio, sendo as linhas biarticuladas, fixadas à barra em apenas um ponto. Uma roda motriz aciona o sistema dosador de sementes e a mesma roda aciona o sistema dosador de adubo e também atua como reguladora de profundidade e compactadora de sulco.

Para que a semeadora-adubadora JM-2040 pudesse realizar o semeio em plantio direto, foi utilizado um "kit" para semeadura direta. Esse "kit" era composto por uma barra porta-ferramentas adicional e um disco de corte ranhurado de 17 polegadas de diâmetro, mais um facão (conjunto sulcador) opcional, sendo o disco de corte acoplado a barra porta-ferramentas mais próxima ao trator e o facão à outra barra. A semeadora-adubadora JM-2040 foi avaliada com e sem os facões, para se avaliar a necessidade destes no uso do kit.

As demais características da semeadora-adubadora Jumil JM-2040 estão descritas na Tabela 4.

TABELA 4 Características estruturais e funcionais da semeadora-adubadora Jumil JM-2040, para plantio convencional. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002

Características	Jumil JM-2040
Acoplamento à fonte de potência	Montada (3 pontos do sistema hidráulico de levantamento do trator)
Depósito de adubo	De plástico, individual, capacidade de 39 litros
Depósito de sementes	De plástico, individual, capacidade de 39 litros
Conjunto sulcador para sementes	Disco duplo
Conjunto sulcador para fertilizantes	Disco duplo
Tubo condutor de sementes	Tubo plástico seção circular com 19 mm de diâmetro interno com 350 mm de comprimento
Tubo condutor de fertilizantes	Mangueira de borracha sanfonada
Sistema dosador de sementes	Disco perfurado horizontal
Sistema dosador de fertilizantes	Disco rotativo com lingüeta direcionadora
Cobridores de sementes	Discos de metal angulados
Largura total	3,86m
Acionamento dos sistemas dosadores/Compactadores	Individual para cada linha e comum para sementes e fertilizante, por rodas com pneus de borracha sem câmara, com alívio central, com 1,6m de perímetro, sem carga

Fonte: Manual de Instruções Jumil JM-2040.

c) Bertanha 732

Semeadora-adubadora para semeadura direta, com peso de 820 kg, com duas linhas de semeio para milho e 3 para feijão, com depósito de sementes coletivo elevado e sistema dosador de sementes na parte inferior do depósito. Assim, a máquina tem dois tubos condutores de sementes, um auxiliar, que leva a semente da saída do sistema dosador até sulcador, e outro instalado no sulcador de sementes de disco duplo defasado. A regulagem do sistema dosador de sementes se dá pela troca do disco dosador e/ou troca das engrenagens de acionamento e o sistema dosador de adubo é regulado pelo controle da abertura de saída e/ou troca de engrenagens.

Uma roda motriz aciona os sistemas dosadores de sementes de todas as linhas simultaneamente, sendo esta roda instalada de um lado da máquina; uma roda do outro lado da máquina aciona os sistemas dosadores de adubos de todas as linhas simultaneamente, o que implica que todas as linhas são reguladas simultaneamente. Estas rodas, que são pivotadas, junto com uma regulagem de pressão da mola, regulam a profundidade de colocação do adubo.

A Tabela 5 apresenta as demais características estruturais e funcionais da semeadora-adubadora Bertanha 732.

TABELA 5 Características estruturais e funcionais da semeadora-adubadora Bertanha 732. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002

Características	Bertanha 732
Acoplamento à fonte de potência	Montada (3 pontos do sistema hidráulico de levantamento do trator)
Depósito de adubo	De chapas de metal, coletivo, capacidade de 156 litros
Depósito de sementes	De chapas de metal, coletivo, capacidade de 96 litros
Conjunto sulcador para sementes	Disco duplo defasado de 15"
Conjunto sulcador para fertilizantes	Disco de corte liso de 17" mais facão
Tubo condutor de sementes	1 Tubo plástico afunilado de 645mm X 23mm de diâmetro interno mínimo + 1 tubo de secção oval de 17X24mm, com 475mm de comprimento
Tubo condutor de fertilizantes	Condutor de borracha sanfonada
Sistema dosador de sementes	Disco perfurado horizontal
Sistema dosador de fertilizantes	Rotor dentado acionado por rosca sem-fim
Cobridores/compactadores	2 rodinhas revestidas em borracha, em "V", por linha
Largura total	1,78m
Acionamento dos sistemas dosadores	Por rodas laterais com pneus de borracha 5.60x15 10 lonas, coletivos para as linhas e independentes para cada sistema dosador, com 2,0m de perímetro, sem carga

Fonte: Manual do Operador Bertanha 732.

d) Ryc tração animal

Semeadora-adubadora de tração animal para semeadura direta de 1 linha de semeio, fabricada em 1998. Tem dimensões de 1,90 m de comprimento X 0,48 m de largura X 1,00 m de altura, com peso aproximado de 75kg. Tem reservatório de adubo em fibra de vidro, com capacidade de 15 litros, com sistema de distribuição por rotor impulsionador e reservatório de sementes de chapa com capacidade de 12 litros. O sulcador de adubo é por facão, sendo o sulcador de sementes acoplado ao mesmo facão em posição posterior ao do adubo, com disco de corte liso de 17". O condutor de adubo é de tubo de plástico com secção circular com 29mm de diâmetro interno e 350mm de comprimento. O tubo condutor das sementes é de tubo de plástico, com secção circular com 29mm de diâmetro interno e 390 mm de comprimento. O controle de profundidade é feito por roda dupla de metal e o cobridor/compactador de sulco é uma roda de metal com alivio central. O engate da semeadora-adubadora se faz por uma alça de atrelamento situada a cerca de 0,95m de altura do solo, em posição de transporte, na parte anterior da semeadora. O acionamento dos sistemas dosadores se faz por rodas de metal dentadas, com 0,38m de diâmetro. A regulagem do sistema dosador de sementes se dá pela troca do disco dosador e/ou troca das engrenagens de acionamento e o sistema dosador de adubo é regulado pelo controle da abertura de saída.

3.2 Métodos

3.2.1 Caracterização dos tratamentos e delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento, para cada experimento.

Os tratamentos foram constituídos por cinco semeadoras-adubadoras, sendo uma de tração animal e quatro tratorizadas. Dentre as semeadoras-adubadoras tratorizadas, duas foram de plantio direto e duas de plantio convencional com "kit", sendo um "kit" composto por discos de corte e facão e um apenas por discos de corte.

Para o experimento com feijoeiro, foi realizado o semeio de 100 metros, com três linhas de semeadura, espaçados a 0,45 m uma da outra, resultando em uma área total de 135 m^2 por parcela, descartando-se 15 metros lineares iniciais de cada ponta. Para o experimento com a cultura do milho, foi realizado o semeio de 100 metros, com duas linhas de semeadura, espaçados a 0,90 m uma da outra, resultando em uma área total de 180 m^2 por parcela, descartando-se 15 metros iniciais lineares de cada ponta. Na avaliação, considerou-se a média de quatro sub-amostras, de 10 metros lineares cada, por parcela.

3.2.2 Semeadura

Antes do semeio, foi realizada a dessecação da área, com a aplicação de 1.080 g de glyphosate por hectare, dosagem de 3,0 litros por hectare do produto comercial, com volume de calda de 371 litros por hectare, aplicação realizada dia 24/11/2000. O plantio dos experimentos foi realizado dia 08/12/2000, utilizando-se dois jogos diferentes de discos: um jogo para milho e outro para o feijão. Os mesmos discos perfurados selecionados para cada cultura foram utilizados em todas as máquinas, ou seja, utilizou-se somente um tipo de disco perfurado para semear milho em todas as semeadoras-adubadoras e um mesmo tipo de disco perfurado, para semear feijão, nas semeadoras-adubadoras avaliadas, evitando-se, assim, que houvesse influência do tipo de disco dosador nos resultados obtidos.

O espaçamento entrelinhas utilizado foi de 0,90 metro para a cultura do milho e de 0,45 metro para a cultura do feijoeiro, utilizando-se duas linhas de semeio para milho e três para feijoeiro em todos os tratamentos.

A regulagem da profundidade de semeio e de adubação de plantio foi realizada no campo experimental, na área de bordadura do experimento. Evita-se, assim, a interferência da profundidade de semeio, regulando-se as semeadoras-adubadoras para a profundidade de semeio de 4 cm, para milho e feijão, sendo o adubo colocado a 5 cm da semente. Para a regulagem dos sistemas distribuidores de adubo e sementes, foram coletadas cinco repetições, equivalentes a 20 metros cada, de cada linha do mesmo tratamento. A variação máxima das médias entre maior e menor vazão foi de ±3,5% para sementes e de ±4,5% para adubos por tratamento e entre as linhas de semeadura do mesmo tratamento. Desconsiderou-se a patinagem das rodas acionadoras, sendo menor do que os ±7,0% em torno da média na distribuição transversal de sementes e ±12,5% na distribuição transversal de adubo de variação máxima admissível tolerada por Coelho (1996).

Para a cultura de milho, foi utilizada a dose de 29 $kg.ha^{-1}$ de N, 100 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e 57 $kg.ha^{-1}$ de K_2O, o equivalente a 357 $kg.ha^{-1}$ da fórmula 08-28-16+Zn (N-P-K+Zn). Para a cultura do feijoeiro, foi utilizada a dose de 23 $kg.ha^{-1}$ de N, 80 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e 46 $kg.ha^{-1}$ de K_2O, o equivalente a 286 $kg.ha^{-1}$ da fórmula 08-28-16+Zn (N-P-K+Zn), conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Comissão..., 1999), levando-se em consideração os resultados da análise do solo.

As semeadoras-adubadoras foram reguladas para distribuir 67.000 sementes de milho por hectare. A semente de milho utilizada foi a do híbrido triplo Novartis Master, sendo utilizado um disco dosador de plástico com 28 células de furo oblongo com 14x10mm, com 4mm de espessura.

Para a cultura do feijoeiro, as semeadoras-adubadoras foram reguladas para dosar 264.000 sementes.ha^{-1} da cultivar carioca pérola. Utilizou-se um disco dosador de plástico, com 41 células de furo oblongo com 12x8 mm, com 5 mm de espessura.

A velocidade utilizada no semeio foi a de 6,0 km/h, sendo que a tração animal não obteve velocidade de trabalho constante, variando em torno de 5,0 a 7,0 km/h. A velocidade de 6,0 km/h corresponde a uma velocidade de 0,21 m/s de velocidade periférica do disco dosador, para a cultura de milho, com disco de 28 furos e 16,67 cm entre sementes, e a 0,28 m/s para a cultura de feijoeiro, com disco de 41 furos e 8,42 cm entre sementes.

3.2.3 Condução dos experimentos

Após o semeio dos experimentos, foram aplicados herbicidas específicos para cada cultura. Para a cultura de milho foi aplicado um herbicida pré-emergente (atrazine 200 g/l + metolachlor 300 g/l), na dosagem de 6,0 litros por hectare do produto comercial, dois dias após o plantio. Para a cultura do feijoeiro, foi aplicado um herbicida pós-emergente, composto de fluazifop-p-butil 200 g/l + fomesafen 250 g/l, na dose de 1,0 litro por hectare do produto comercial, 15 dias após o plantio.

Foram realizadas adubações de cobertura nitrogenadas nas culturas, de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (Comissão..., 1999), na forma de uréia. Para a cultura de milho, realizou-se a adubação de cobertura na dosagem de 135 kg.ha^{-1} de nitrogênio (300 kg.ha^{-1} de uréia), parcelada em 2 aplicações, quando as plantas apresentavam de 4 a 6 folhas visíveis e quando as plantas apresentavam de 7 a 8 folhas visíveis. Para o experimento com feijoeiro realizou-se a adubação de cobertura na dosagem de 45 kg.ha^{-1} de nitrogênio (100 kg.ha^{-1} de uréia),

parcelada em duas aplicações, aos 20 e aos 30 dias após a emergência das plântulas de feijoeiro.

3.2.4 Análise da germinação das sementes

Foram coletadas sementes de milho e feijão para a análise da porcentagem de germinação, após terem passado pelo sistema dosador de sementes de cada tratamento, visando verificar a influência destes na germinação.

3.2.5 Avaliação da eficiência de semeadura

A eficiência de semeadura foi avaliada mediante a regularidade de distribuição longitudinal de sementes, com a avaliação de espaçamentos aceitáveis, espaçamentos falhos e espaçamentos múltiplos. Segundo Coelho (1996), os espaçamentos considerados aceitáveis são os que se situam entre $0{,}5x_{ref}<x_i<1{,}5$, ou seja, aqueles que se situam entre 0,5 e 1,5 vez o espaçamento médio esperado, considerando-se espaçamentos falhos aqueles abaixo do limite inferior e espaçamentos múltiplos aqueles situados acima do limite superior do intervalo. Para a cultura do milho, o espaçamento médio esperado foi de 16,67cm e para a cultura do feijoeiro de 8,42cm, resultando em 67.000 sementes.ha^{-1} e 264.000 sementes.ha^{-1}, respectivamente para as duas culturas.

3.2.6 Avaliação dos componentes da produção

Para a cultura do milho foram avaliados, além dos fatores de eficiência de semeadura: a população final de plantas, número de espigas por planta, peso de grãos por espiga e a produtividade, corrigida para 13% de umidade.

Para a cultura de feijoeiro, os outros parâmetros avaliados foram: população final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e a produtividade com umidade corrigida para 13%.

3.2.7 Outros parâmetros observados no momento do plantio

Também foram observados outros parâmetros no momento da execução do plantio, que não foram analisadas estatisticamente por suas características subjetivas. Estes parâmetros fora o tempo gasto para manobras e o número de interrupções no momento da execução do semeio, por acúmulo de palha e/ou solo dos sulcadores, entupimento dos condutores de sementes ou adubo e possíveis quebras dos equipamentos.

Para o tempo gasto para manobras, considerou-se somente o tipo de acoplamento, já que para semeadoras-adubadoras de acoplamento do tipo montado o tempo não varia substancialmente. Considerou-se média de cinco tomadas de tempo, durante a execução do semeio, descartando-se as tomadas de tempo nas quais a manobra tivesse que ser interrompida por qualquer razão, como reabastecimentos ou manutenções quaisquer.

3.2.8 Análise estatísticas

As análises estatísticas cabíveis a cada variável foram aplicadas segundo Gomes (2000), com o auxílio do programa de análises estatísticas SISVAR, versão 4.0 (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultura do milho

O resumo da análise de variância dos dados coletados no experimento com a cultura do milho é apresentado na Tabela 6.

4.1.1 Germinação de sementes de milho

Os resultados da análise de germinação indicam que houve uma pequena diferença da germinação das sementes que passaram pelos sistemas dosador de sementes das semeadoras-adubadoras e as sementes testemunhas. Porém, esta diferença não foi significativa. Observando-se que não houve diferença significativa na semeadora-adubadora Jumil 2040, com e sem facão, e, levando em conta que o sistema dosador é o mesmo, é aceitável que haja esta pequena diferença e que esta seja não significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, visto que as demais semeadoras-adubadoras utilizam sistemas dosadores de sementes similares à Jumil JM-2040.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oliveira (1997), onde não houve diferenças significativas na germinação de sementes de milho em amostras de sementes recolhidas na saída do mecanismo distribuidor de sementes e as recolhidas no depósito de sementes.

TABELA 6 Quadrados médios e significâncias das variáveis avaliadas da cultura do milho. UFLA, Lavras, MG, 2000/2002.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio						
		Eac[1] (%)	EM (%)	EF (%)	NEP (%)	PGE (g)	SF	RG ($kg.ha^{-1}$)
Semeadoras	4	235,693*	59,746*	336,594*	0,0068*	102,646[NS]	38361497,0*	107095,57*
Bloco	3	9,514	6,720	14,044	0,0010	8,842	1331862,2	72464,73
Resíduo	12	7,403	4,509	4,240	0,0004	32,381	5833287,1	16646,27
C.V.[2](%)		3,78	18,538	12,38	2,03	5,63	4,39	2,41

[1] EAc – espaçamentos aceitáveis; EM – espaçamentos múltiplos; EF – espaçamentos falhos; NEP – número de espigas por planta, PGE – peso de grão por espiga, SF – estande final, RG – rendimento de grãos.
[2] C.V. = coeficiente de variação;
N.S. = não significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott (1974);
* = significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios obtidos para a germinação de sementes de milho.

TABELA 7 Valores médios da porcentagem de germinação dos tratamentos e testemunha. UFLA, Lavras, MG, 2000/2002.

TRATAMENTO	% de germinação
SemeatoSHM11/13	96,0a
Bertanha 732	94,5a
Jumil 2040 c/facão	93,0a
Jumil 2040 s/facão	95,0a
Ryc tração animal	93,5a
Testemunha	96,0a
C.V. (%)	2,81
Media geral	94,7

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

4.1.2 Espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos

Os resultados obtidos mostraram que houve uma diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O uso da semeadora-adubadora Semeato SHM11/13 resultou na maior média de porcentagem de espaçamentos aceitáveis, seguida pela Jumil JM-2040 com facão, que foi seguida pelas demais semeadoras-adubadoras. Para porcentagem de espaçamentos múltiplos, a utilização da semeadora-adubadora Ryc tração animal decorreu na maior média, seguida das demais semeadoras-adubadoras. Para porcentagem de espaçamentos falhos, o uso das semeadoras-adubadoras Bertanha 732 e Jumil JM-2040 sem facão resultou em maiores médias, seguidas das demais, conforme se pode observar na Tabela 8.

TABELA 8 Valores médios de porcentagem dos espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000/2002

TRATAMENTO	Aceitáveis (%)	Múltiplos (%)	Falhos (%)
SemeatoSHM11/13	83,53a[1]	11,99b[1]	4,49c[1]
Jumil 2040 c/facão	75,83b	10,87b	13,31b
Ryc tração animal	68,62c	17,72a	13,67b
Bertanha 732	66,30c	7,84b	25,86a
Jumil 2040 s/facão	65.33c	8,86b	25,81a
C.V.(%)	3,78	18,54	12,38
Media	71,92	11,45	16,63

[1] Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Os critérios adotados por Tourino e Klingensteiner (1983), determinam a faixa de 90% a 100% de espaçamentos aceitáveis como ótimo desempenho; 75% a 90% como bom desempenho; 50% a 75% como desempenho regular e desempenho insatisfatório abaixo de 50%. Dessa forma, as semeadoras-adubadoras Semeato SHM11/13 e Jumil JM-2040 com facão estão dentro da faixa de bom desempenho, ainda que a Semeato SHM11/13 tenha obtido porcentagem de espaçamentos aceitáveis significativamente maior do que a Jumil JM-2040. As outras semeadoras-adubadoras situam-se na faixa de desempenho regular.

As causas do melhor desempenho da semeadora-adubadora Semeato SHM11/13 podem ser devido ao menor comprimento do tubo condutor, bem como pela maior área interna do mesmo, reduzindo o número de rebotes que, porventura, possam ter ocorrido no interior do tubo condutor.

O pior desempenho da semeadora-adubadora Jumil JM-2040 com facão, em relação a Semeato SHM11/13, pode estar relacionado ao fato do rodado ser biarticulado e da roda de acionamento trabalhar também como controladora de profundidade e0 compactadora de sulco. O facão não contribui para transmissão de carga sobre os sulcadores, já que as articulações se encontram na ligação da

linha de semeio com a barra porta-ferramentas e o facão está acoplado à barra. O fato da roda de acionamento estar situada na parte posterior da linha de semeio e também controlar a profundidade de semeio e a compactação do sulco de plantio pode ter contribuído para que houvesse saltos que afetaram a transmissão de movimento ao sistema dosador de sementes. Também pode ter causado uma profundidade de semeio irregular, principalmente considerando-se que a máquina tem sulcadores de disco duplo, com um poder de ataque ao solo menor do que discos duplos defasados.

A possível causa do pior desempenho da Jumil JM-2040 sem facão, em relação a Jumil JM-2040 com facão, pode estar no fato dos sulcadores não serem os mais adequados ao plantio direto, não promovendo uma correta profundidade de semeio e afetando a pressão da roda de acionamento ao solo, interferindo na transmissão de movimento ao sistema dosador de sementes. Os dados indicam que o fato da máquina não ter facão pode ter aumentado este efeito em relação a Jumil JM-2040 com facão.

A semeadora-adubadora Bertanha 732 pode ter obtido um pior desempenho em relação às semeadoras-adubadoras Semeato SHM11/13 e Jumil JM-2040 com facão, devido ao comprimento do tubo condutor, ou também pelo fato desta máquina ter um reservatório de sementes comum para todas as linhas. A parte inferior do reservatório, onde se localiza o sistema dosador de sementes, não se apresenta devidamente "afunilado", afetando o escoamento da massa de sementes para o sistema dosador. Outro fator que pode ter influenciado o desempenho da semeadora-adubadora é o fato desta máquina ter o rodado pivotado, sendo que a mola que pressiona o sistema não estava aplicando uma pressão adequada, possibilitando um maior índice de patinamento das rodas de acionamento.

A causa do pior desempenho da semeadora-adubadora Ryc tração animal em relação às semeadoras-adubadoras Semeato SHM11/13 e Jumil JM-2040

com facão provavelmente se relaciona com a velocidade de avanço do animal que tracionava a máquina, que era uma velocidade relativamente alta comparada com a velocidade do trator. Outra causa pode ser a falta de habilidade do operador da semeadora, já que o operador especializado estava conduzindo o animal para que este se mantivesse na linha estipulada para o semeio.

Segundo Pacheco (1994), a velocidade de semeio interfere na porcentagem de espaçamentos aceitáveis e as dimensões do tubo condutor pode mascarar possíveis efeitos que o comprimento do mesmo possa causar na distribuição longitudinal de sementes.

A semeadora-adubadora Ryc tração animal apresentou a maior porcentagem de espaçamentos múltiplos, possivelmente devido à velocidade de deslocamento do animal. Isso também pode ter influenciado na porcentagem de espaçamentos falhos, semelhante aos resultados obtidos por Pacheco (1994), que obteve aumento de espaçamentos falhos e múltiplos, conforme aumentou a velocidade de avanço.

Para espaçamentos múltiplos, os outros tratamentos não foram significativos.

4.1.3 Estande final de milho

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios de estande final dos tratamentos.

Pode-se observar que o uso das semeadoras-adubadoras Jumil JM-2040 com facão e Semeato SHM 11/13 resultou em maior estande final em relação ao uso das demais semeadoras-adubadoras, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

TABELA 9 Valores médios para estande final de plantas de milho dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000/2002.

TRATAMENTO	Estande final
Jumil 2040 c/facão	59444a[1]
SemeatoSHM11/13	56667a
Jumil 2040 s/facão	54167b
Bertanha 732	52778b
Ryc tração animal	51806b
C.V.(%)	4,39
Media geral	54972

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Os dados indicam que a semeadora-adubadora Jumil JM-2040 com facão atingiu o estande final esperado, em torno de 60.000 plantas, considerando-se 90% de germinação das sementes.

A menor média de estande final resultante da utilização da semeadora-adubadora Ryc tração animal possivelmente foi devido ao fato do seu compactador de sulco não funcionar corretamente. Além disso, também não ocorreu uma correta cobertura do sulco. A mola que deveria pressionar o sistema não possibilitava mais regulagens, propiciando a presença de "bolsas de ar" e não colocando a semente em contato com o solo de maneira adequada.

A maior porcentagem de espaçamentos falhos (25,86%), aliados a uma menor porcentagem de espaçamentos múltiplos (7,84%), provavelmente causou um menor estande final de plantas, quando se utilizou a semeadora-adubadora Bertanha 732. No caso da semeadora-adubadora Jumil JM-2040 sem facão, a maior porcentagem de espaçamentos falhos (25,81%) deve ter propiciado o menor estande final.

[redacted]

4.1.4 Número de espigas por planta e peso de grãos por espiga

Os resultados obtidos indicam que o número de espigas por planta pode ter sido influenciado pelo estande final, bem como pela disposição das plantas no campo. Na Tabela 11 são apresentados os valores médios do número de espigas por planta para os tratamentos estudados.

TABELA 10 Valores médios para o número de espigas por planta e de peso de grãos por espiga dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000/2002.

TRATAMENTO	Espigas por planta	Peso de grãos por espiga (g)
Bertanha 732	1,01a[1]	99,8a[1]
Jumil 2040 s/facão	1,00a	98,4a
Jumil 2040 c/facão	0,96b	95,3a
Ryc tração animal	0,93c	108,2a
SemeatoSHM11/13	0,91c	104,0a
C.V.(%)	2,026	5,63
Media geral	0,965	101,1

[1] Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Observa-se, pelos dados apresentados na Tabela 10, que o uso das semeadoras-adubadoras Bertanha 732 e Jumil JM-2040 sem facão obteve as maiores médias de número de espigas por planta. Provavelmente, o menor número de plantas por hectare (52.778 e 54.167, respectivamente), aliado à maior porcentagem de espaçamentos falhos (25,86% e 25,81%, respectivamente), poderia justificar o maior número de espigas obtido pelas plantas semeadas por estas semeadoras-adubadoras. Isso faz com que as plantas tenham maior espaço de crescimento e recebam maior insolação, influenciando em maior acúmulo de carboidratos e produção de espigas.

Quando se utilizou a semeadora-adubadora Ryc tração animal, as plantas podem ter apresentado quantidade de espiga por planta significativamente menor do que a Bertanha 732 e Jumil JM-2040 sem facão, pelo teste de Scott-Knott a

5% de significância, pela maior porcentagem de espaçamentos múltiplos (17,72%), o que causa uma competição local por espaço e insolação, apesar de seu menor estande final.

O maior estande final poderia explicar o menor número de espigas das plantas semeadas pela semeadora-adubadora Semeato SHM11/13, em relação a Bertanha 732, Jumil JM-2040 sem facão e Jumil JM-2040 com facão.

Para o peso de grãos por espiga, a análise de variância dos dados coletados não resultou em resultados significativos pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

4.1.5 Produtividade do milho

Observando-se a Tabela 11, verifica-se que, quando se utilizou as semeadoras-adubadoras Bertanha 732 e Jumil JM-2040 sem facão, obteve-se as maiores médias de produtividade, sendo seguidas pelas demais semeadoras-adubadoras. Provavelmente, a produtividade obtida pelo semeio realizado pela semeadora-adubadora Ryc tração animal foi influenciado pelo estande final, que ficou abaixo do recomendado para a cultivar. Outro fato que parece ter influenciado é a maior porcentagem de espaçamentos múltiplos (17,72%), que pode ter influenciado o número de espigas por planta, sendo que o maior peso de grãos por espiga não conseguiu compensar o menor estande final e o menor número de espigas por planta. Quando se utilizaram as semeadoras-adubadoras Jumil JM-2040 com facão e Semeato SHM 11/13, as menores médias de produtividade provavelmente foram influenciadas pelas menores médias de espigas por planta (0,96 e 0,92, respectivamente).

Ainda que a semeadora-adubadora Ryc tração animal tenha propiciado a menor produtividade de milho (igual à Jumil JM-2040 com facão e Semeato SHM 11/13, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância), esta ainda é cerca

de 23% maior do que a produtividade mundial (4.164 $kg.ha^{-1}$), informada pela FAO (2001) e quase o dobro da média nacional (2.592 $kg.ha^{-1}$), citada por Jacobsem (2000).

TABELA 11 Valores médios de produtividade de grãos de milho dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002

TRATAMENTO	Produtividade $kg.ha^{-1}$
Bertanha 732	5550a[1]
Jumil 2040 s/facão	5490a
SemeatoSHM11/13	5327b
Jumil 2040 c/facão	5307b
Ryc tração animal	5136b
C.V.(%)	2,41
Média geral	5362

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

4.2 Cultura do feijoeiro

Um resumo da análise de variância dos dados coletados no experimento com a cultura do feijoeiro é apresentado na Tabela 12.

4.2.1 Germinação de sementes de feijoeiro

Assim como no experimento com a cultura de milho, o experimento com a cultura de feijoeiro não apresentou diferença significativa nos tratamentos, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, isto é, a passagem das sementes pelos sistemas dosadores das máquinas .não afetou significativamente a germinação das sementes.

TABELA 14 Quadrados médios e significâncias das variáveis avaliadas da cultura do feijoeiro. UFLA, Lavras – MG, 2000/2002.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio							
		Eac[1] (%)	EM (%)	EF (%)	GPV	PCG (g)	VPP	SF	RG ($kg.ha^{-1}$)
Semeadoras	4	150,311*	18,500*	195,456*	$0,1945^{NS}$	$0,745^{NS}$	9,911*	41683632000,0*	105819,95*
Bloco	3	1,444	1,804	1,573	0,1243	0,0430	0,233	43638229,650	18384,87
Resíduo	12	4,401	0,731	4,390	0,1281	0,2273	0,167	72680962,275	3644,95
C.V.[2](%)		3,17	7,02	9,68	7,60	1,95	3,20	4,43	2,80

[1] EAc – espaçamentos aceitáveis; EM – espaçamentos múltiplos; EF – espaçamentos falhos; GPV- grãos por vagem; PCG – peso de cem grãos; VPP – vagens por planta; SF – estande final; RG – rendimento de grãos.

[2] C.V. = coeficiente de variação;

N.S. = não significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott (1974);

* = significativo a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Na Tabela 13, são apresentados os valores médios obtidos para a germinação de sementes de feijoeiro.

TABELA 13 Valores médios da porcentagem de germinação de feijão dos tratamentos e testemunha. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002.

TRATAMENTO	% de germinação
SemeatoSHM11/13	94,5 a[1]
Bertanha 732	94,5 a
Jumil 2040 c/facão	92,0 a
Jumil 2040 s/facão	90,0 a
Ryc tração animal	93,5 a
Testemunha	95,5 a
Media geral	93,3
C.V.(%)	3,15

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

4.2.2 Espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos

Observando os resultados apresentados na tabela 14, verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, para os três parâmetros. O uso da semeadora-adubadora Ryc tração animal apresentou a maior média de porcentagem de espaçamentos aceitáveis, seguida pela Semeato SHM11/13, que propiciou média superior à Jumil JM-2040 sem facão, que apresentou maior média em relação aos demais tratamentos, que não diferiram estatisticamente entre si.

Para porcentagem de espaçamentos múltiplos, o uso das semeadoras-adubadoras Semeato SHM 11/13 e Jumil JM-2040 sem facão apresentaram os maiores valores médios, seguidas da semeadora-adubadora Ryc tração animal, que foi seguida das demais. Os valores médios para porcentagem de espaçamentos falhos apresentados pela utilização das semeadoras-adubadoras

Bertanha 732 e Jumil JM-2040 com facão foram maiores do que Jumil JM-2040 sem facão e Semeato SHM 11/13, que foram seguidas da Ryc tração animal.

TABELA 14 Valores médios de porcentagem dos espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002.

TRATAMENTO	Aceitáveis(%)	Múltiplos(%)	Falhos(%)
Ryc tração animal	75,82a[1]	11,64b[1]	12,53c[1]
SemeatoSHM11/13	67,96b	13,81a	18,21b
Jumil 2040 s/facão	67,72bc	14,99a	20,28b
Jumil 2040 c/facão	62,15 c	10,25c	27,61a
Bertanha 732	60,22 c	10,20c	29,59a
C.V.(%)	3,17	7,02	9,68
Media geral	66,18	12,18	21,63

[1] Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância

Dentro dos critérios adotados por Tourino e Klingensteiner (1983), a semeadora-adubadora Ryc tração animal é a única máquina testada dentro da faixa de bom desempenho. As outras semeadoras-adubadoras situam-se na faixa de desempenho regular.

A causa do melhor desempenho da semeadora-adubadora Ryc tração animal pode ter sido o deslocamento mais lento do animal em relação ao trator. O fato do experimento ter sido instalado após o experimento de milho, de cada parcela contar com três linhas de semeio e do semeio ter ocorrido no final do dia, pode ter levado um animal desacostumado a um dia de trabalho longo a se cansar. Também o fato do operador da semeadora ter adquirido um pouco mais de habilidade, pode ter favorecido uma maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis.

Provavelmente, a causa dos demais tratamentos se situarem na faixa de desempenho regular pode ser a velocidade periférica do disco dosador, de 0,28

m/s, que se encontra próxima do limite máximo recomendado por Delafosse, apud Coelho (1998) de 0,29 a 0,32 m/s.

A maior média de porcentagem de espaçamentos múltiplos quando se utilizou a semeadora-adubadora Jumil JM-2040 sem facão pode estar relacionada com a velocidade periférica do disco dosador e o fato do sulcador não ser o mais adequado para plantio direto e causar "saltos" no sistema de acionamento do sistema dosador e, conseqüentemente, irregularidade de distribuição. O uso da Semeato SHM11/13 pode ter apresentado uma maior porcentagem de espaçamentos múltiplos por problemas com a velocidade periférica do disco dosador, com a saída tangencial da semente tendo interação com o orifício de saída e a posição do tubo condutor, efeito que pode ocorrer, segundo Pacheco (1994).

O fato da Bertanha 732 ter resultado maior média de porcentagem de espaçamentos falhos pode ser devido ao seu reservatório comum para todas as linhas de sementes, que não se apresenta devidamente afunilado, somado à velocidade periférica do disco dosador de sementes.

4.2.3 Estande final de feijoeiro

Segundo a análise dos dados coletados, a semeadora-adubadora Semeato SHM11/13 propiciou as maiores médias de estande final, sendo significativamente superiores às médias propiciadas pela Jumil JM-2040 com facão e Jumil JM-2040 sem facão que são iguais, mas têm médias de estande final superiores às obtidas pela Bertanha 732 e Ryc tração animal, que também são iguais, conforme a Tabela 15.

O menor estande final de feijoeiro quando se utilizaram as semeadoras-adubadoras Jumil JM-2040 com facão e Jumil JM-2040 sem facão, em relação à Semeato SHM11/13, poderia ser justificado pela falta de adaptação dos sistemas

sulcador, cobridor e compactador de sulco destas para a semeadura direta, podendo não ter ocorrido uma cobertura adequada do sulco.

TABELA 15 Valores médios do estande final dos tratamentos na cultura do feijoeiro. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002.

TRATAMENTO	Estande final
SemeatoSHM11/13	228889a[1]
Jumil 2040 c/facão	208889b
Jumil 2040 s/facão	207111b
Bertanha 732	163722c
Ryc tração animal	153333c
C.V.(%)	4,43
Media geral	192389

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Na utilização semeadora-adubadora Bertanha 732, a porcentagem de espaçamentos falhos 1,98% maior e porcentagem de espaçamentos múltiplos 0,06% menor, ainda não significativas, poderiam explicar a média de estande final significativamente menor em relação à utilização da Jumil JM-2040 com facão.

A provável causa da menor média de estande final propiciada pela semeadora-adubadora Ryc tração animal é o sistema de cobertura e compactação do sulco de semeadura. O sistema de roda dupla com alivio central quase não tocava o solo e as molas não exerciam pressão suficiente no sistema.

4.2.4 Número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e número de vagens por planta

Conforme os dados apresentados na Tabela 16, as diferenças entre as médias do número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos não foram significativas entre os tratamentos. Mas, a análise dos valores observados indica

que o número de vagens por planta pode ter sido afetado pelo estande final e por sua disposição no campo, ou seja, pela porcentagem de espaçamentos falhos e múltiplos, conforme mostra a Tabela 16 e 14. Um menor estande final resulta em maior área passível de ser ocupada por planta, possibilitando maior produção por planta, mas a produtividade depende da produção por planta e do número de plantas na área.

TABELA 16 Valores médios do número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e número de vagens por planta de feijoeiro dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002.

TRATAMENTO	Nº grãos/vagem	Peso 100 grãos (g)	Vagens/planta
Ryc tração animal	4,96a[1]	23,66a[1]	13,13b[1]
Bertanha 732	4,49a	24,56a	14,75a
Jumil 2040 s/facão	4,49a	24,73a	12,73b
Jumil 2040 c/facão	4,73a	24,65a	12,85b
SemeatoSHM11/13	4,89a	24,46a	10,35c
C.V.(%)	7,60	1,95	3,20
Media geral	4,71	24,41	12,76

[1] Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

A maior média de vagens por planta foi obtida quando se utilizou a semeadora-adubadora Bertanha 732. A semeadora-adubadora que propiciou o menor valor médio de vagens por planta foi a Semeato SHM 11/13, enquanto que as demais propiciaram valores médios intermediários entre estas máquinas.

A semeadora-adubadora Ryc tração animal propiciou um número de vagens por planta menor do que a Bertanha 732. Isso ocorreu, possivelmente, pelo fato de ter média de porcentagem de espaçamentos múltiplos 1,44% maior, ainda que não significativa, e pelo fato de ter média de espaçamentos falhos 17,06% menor. Isso quer dizer que as plantas de feijoeiro tinham uma competição por espaço localizada, tendo menor espaço para seu desenvolvimento, comparadas com as plantas do tratamento Bertanha 732.

As demais semeadoras-adubadoras propiciaram médias de vagens por planta de feijoeiro compatíveis com seus estandes finais. Ou seja, a Semeato SHM11/13 propiciou o maior estande final, resultando em menor número de vagens por planta. As semeadoras-adubadoras Jumil JM-2040 com facão e Jumil JM-2040 sem facão, que propiciaram estande final menor do que a Semeato SHM11/13, apresentaram médias de vagens por planta significativamente maiores do que a mesma.

4.2.5 Produtividade da cultura

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios de produtividade de grãos dos tratamentos. Percebe-se que a semeadora-adubadora Semeato SHM11/13 propiciou maior produtividade do que a Jumil 2040 com facão e Ryc tração animal. A semeadora-adubadora Ryc tração animal propiciou menor produtividade em relação às demais semeadoras-adubadoras, e a Jumil 2040 com facão propiciou produtividade intermediária em relação à semeadora-adubadora Ryc tração animal e as demais.

TABELA 17 Valores médios da produtividade de feijão dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2000-2002.

TRATAMENTO	Produtividade ($kg.ha^{-1}$)
SemeatoSHM11/13	2313a[1]
Jumil 2040 s/facão	2245a
Bertanha 732	2239a
Jumil 2040 c/facão	2093b
Ryc tração animal	1906c
C.V.	2,80
Media geral	2159

[1] Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Os dados analisados permitem supor que o número de vagens por planta causa uma certa compensação em relação ao estande final de feijoeiro, até certo nível. Isso porque o baixo estande final da semeadora-adubadora Ryc tração animal não permitiu uma média de produtividade maior. Fernandes (1987) concluiu que as plantas de feijoeiro podem compensar uma perda de até 50% de plantas nas parcelas. Neste experimento, isso não ocorreu, pois um estande final cerca de 10% menor propiciada pela semeadora-adubadora Jumil JM-2040 com facão em relação à Semeato SHM 11/13 já resultou em menor produtividade.

Ainda que a semeadora-adubadora Ryc tração animal tenha propiciada a menor produtividade de feijoeiro, esta ainda é cerca do dobro da produtividade média de Minas Gerais, de cerca de 900 quilos por hectare, citada por Agrianual (2001).

4.3 Outros parâmetros observados no momento do plantio

A semeadora-adubadora Semeato SHM11/13, de acoplamento à barra de tração, apresentou um tempo médio de manobras de 47 segundos, e as semeadoras-adubadoras montadas, Bertanha e Jumil, um tempo médio de 39 segundos. O maior tempo médio gasto para a manobra da semeadora-adubadora com acoplamento à barra de tração provavelmente se deu pela falta de experiência do operador com este tipo de máquina, pelas maiores dimensões da máquina em relação às montadas e pelo tempo gasto para elevar a máquina para posição de transporte ser maior. O tempo médio gasto para manobras na máquina de tração animal foi de 22 segundos, mas este tempo varia muito em função da habilidade, força e das condições físicas do operador no momento da tomada de tempo.

No momento da execução de plantio, a semeadora-adubadora Jumil JM-2040 com facão teve que realizar uma parada em função de "embuchamento" da

haste do facão, por palha e terra, sendo que não foi possível o avanço da máquina até o final da parcela experimental.

A semeadora-adubadora Ryc tração animal apresentou "embuchamento" por palha no momento do início da saída da linha de semeio, contornado com a retirada da palha entre o disco de corte e o sulcador da máquina, no início da linha de semeadura.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos, os resultados obtidos permitem concluir:

a) os sistemas dosadores das semeadoras-adubadoras não influenciaram na porcentagem de germinação das sementes de milho e feijoeiro;

b) a semeadora-adubadora de tração animal foi a que apresentou os menores valores de produtividade para as duas culturas estudadas, dentro das condições encontradas;

c) as semeadoras-adubadoras Semeato SHM 11/13 e Jumil JM-2040 com facão situaram-se dentro da faixa de bom desempenho para distribuição de sementes na cultura do milho, e as demais apresentaram desempenho regular;

d) as semeadoras-adubadoras Bertanha 732 e Jumil JM-2040 sem facão propiciaram produtividade de grãos de milho superior às Semeato SHM 11/13, Jumil JM-2040 com facão e Ryc tração animal;

e) a semeadora-adubadora Ryc tração animal situou-se dentro da faixa de bom desempenho de distribuição de sementes de feijoeiro, enquanto que as demais se situaram dentro da faixa de desempenho regular;

f) as semeadoras-adubadoras Semeato SHM11/13, Jumil JM-2040 sem facão e Bertanha 732 propiciaram produtividade de feijoeiro superior à Jumil JM-2040 com facão e Ryc tração animal.

6 SUGESTÕES

a) O facão do "kit" para semeadura direta da Jumil JM-2040 não contribuiu para os itens analisados, além de ter causado "embuchamento" da máquina no momento do semeio, indicando que este sistema deve receber algumas modificações.

b) Os sistemas de sulcadores, cobridores e compactadores de sulco da semeadora-adubadora Jumil JM-2040 não se mostraram adequados, também devendo receber modificações.

c) A semeadora-adubadora Ryc tração animal necessita de algumas modificações no sistema de cobertura e compactação do sulco e um sistema que permita regulagem no engate para melhorar a transferência de carga para os elementos sulcadores.

d) A semeadora-adubadora Bertanha 732 necessita de modificações no reservatório de sementes, para conduzir as sementes mais eficientemente para o sistema distribuidor, e no sistema de rodado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A GRANJA: o Brasil é mais PD. São Paulo, v. 54, p. 14, nov. 1998. Edição extra.

AGRIANUAL 2002: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2001. p. 348-432.

ALMEIDA, R. de A. Adaptação da "matraca"ao plantio direto em pequenas propriedades. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993. p. 251-257.

ATLAS Climatológico do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Ministério da Agricultura. Secretaria Estadual da Agricultura, 1982.

BALESTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990.** Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BORGES, G. de O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: CNPT-EMBRAPA, FUDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 13-17.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1989. 42 p.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo de solo.** 1998. 78 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

COELHO, J. L. D. Ensaio e certificação de máquinas para semeadura. In: **Máquinas agrícolas:** ensaios e certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1996. p. 551-570.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª Aproximação. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise de solo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1998. 212 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAO Yearbook Production, 1999.** Rome, 2001. p. 79-105.

FANCELLI, A.L.; FAVARIN, J.L. O Sistema de plantio direto. In: ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO, I., 1987, Piracicaba. **Plantio Direto.** Piracicaba: FEALQ, 1987. p. 11-117.

FERNANDES, M. I. P. S. **Efeito da variação de estande nos experimentos com a cultura do feijoeiro.** 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SIVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Programa e Resumo...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GALETI, P. A. **Mecanização agrícola: preparo do solo.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983. 220p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 460 p.

GRANDI, L. A. **O prático – máquinas e implementos agrícolas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 109-142.

HETZ, E. J. ; BARRIOS, A. I. Reduccion del costo energetico de labranza/siembra utilizando sistemas conservacionistas em Chile. **Agro-Ciencia,** Chillan, v. 13, n. 1, p. 41-47, jan./jun. 1997.

JACOBSEN, L. A. Análise da produção brasileira de milho. **Revista Plantio Direto,** Passo Fundo, n. 58, p. 32-36, jul./ago. 2000.

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado/Fundação Cargill, 1995. 261 p.

MANUAL de instruções plantadora adubadora 2040 – Jumil equipamentos agrícolas. Batatais: Jumil, [19–]. 93 p.

MANUAL de instruções plantadoras e semeadoras BR – 1774, BR – 1253, BR - 732 – Bertanha industria e comércio de máquinas agrícolas. Batatais: Bertanha, [19–]. 29 p.

MANUAL do operador catálogo de peças shm semeadora adubadora hidráulica múltipla – SHM 11/13/15/17 SEMEATO S.A Industria e comércio. Passo Fundo: SUPER COPIAS, 1998. 100 p.

MONDARDO, A. Manejo e conservação do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Plantio direto no Brasil.** Campinas, 1984. p. 53-78.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las maquinas agrícolas y su aplicación.** 5. ed. rev. e amp. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. p. 125-157.

OLIVEIRA, M. L. de **Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal.** 1997. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PACHECO, E. P. **Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão com modificações no tubo condutor de sementes.** 1994. 61 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PHILLIPS, S. H. No tillage: Past, present & future. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1993. p. 9-12.

PITOL, C. Espécies para cobertura de solo no Mato Grosso do Sul. In: CNPT-EMBRAPA, FUDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 13-17.

SATTLER, A. Escolha de semeadoras e a importância dos elementos rompedores em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA AGRICOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais....** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p. 1710-1721.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. (Ed.) **O meio ambiente e o plantio direto.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. 116 p.

SILVEIRA, G. M. da **As máquinas para plantar:** aplicadoras distribuidoras semeadoras plantadoras cultivadoras. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 254 p.

SOUZA, A. B. de **Popiulações de plantas, níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. num solo de baixa fertilidade.** 2000. 69 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 8., 1983, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v. 2, p. 103-116.

ANEXOS

Página

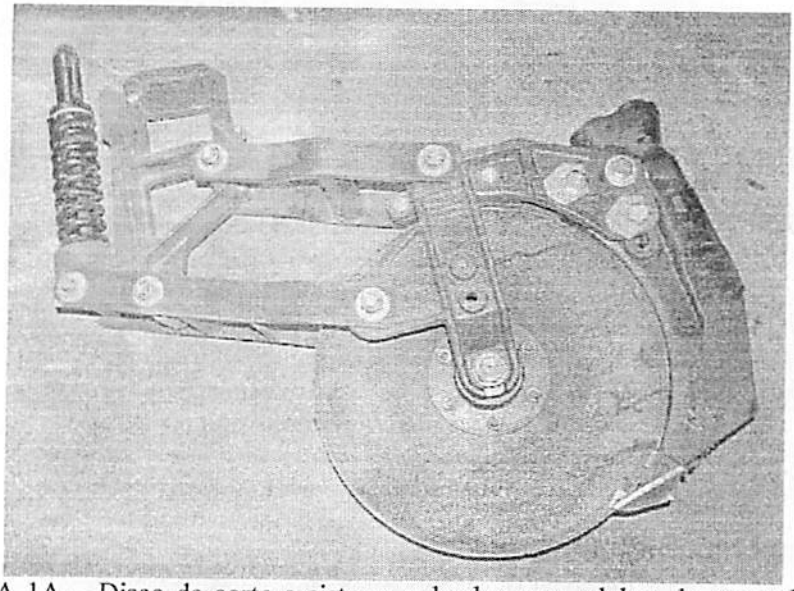

FIGURA 1A – Disco de corte e sistema sulcador para adubos da semeadora-adubadora Semeato SHM 11/13

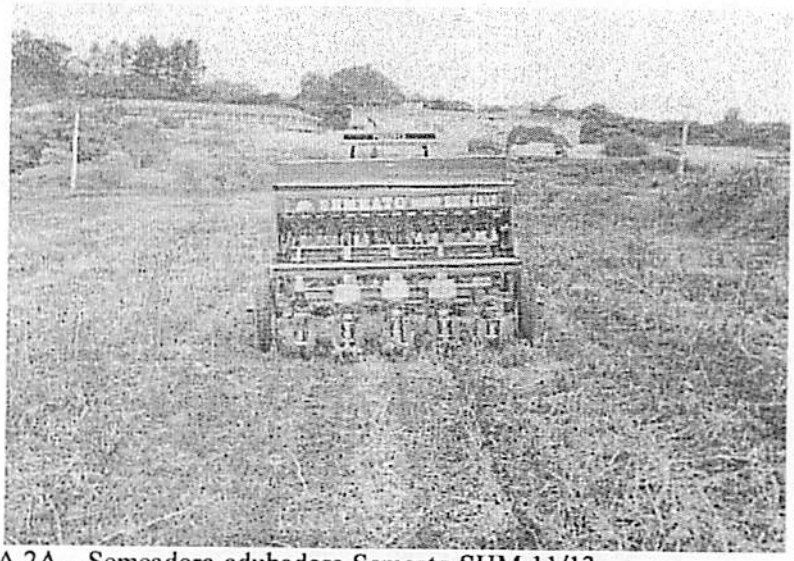

FIGURA 2A – Semeadora-adubadora Semeato SHM 11/13

[redacted]

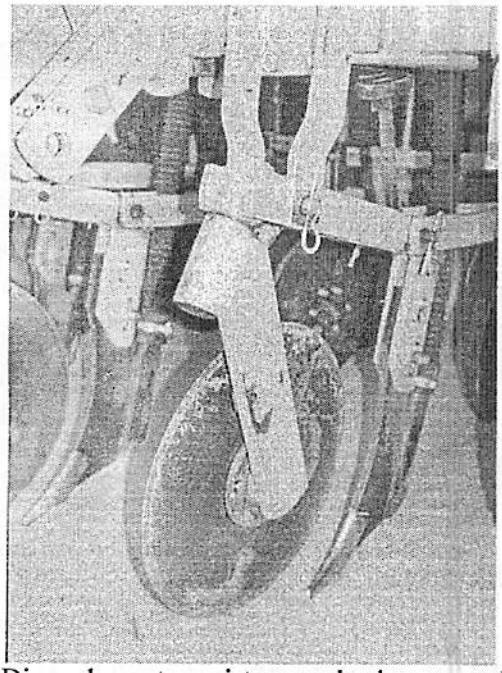

FIGURA 3A - – Disco de corte e sistema sulcador para adubo da semeadora-adubadora Bertanha 732

FIGURA 4A- – Semeadora-adubadora Bertanha 732

[redacted]

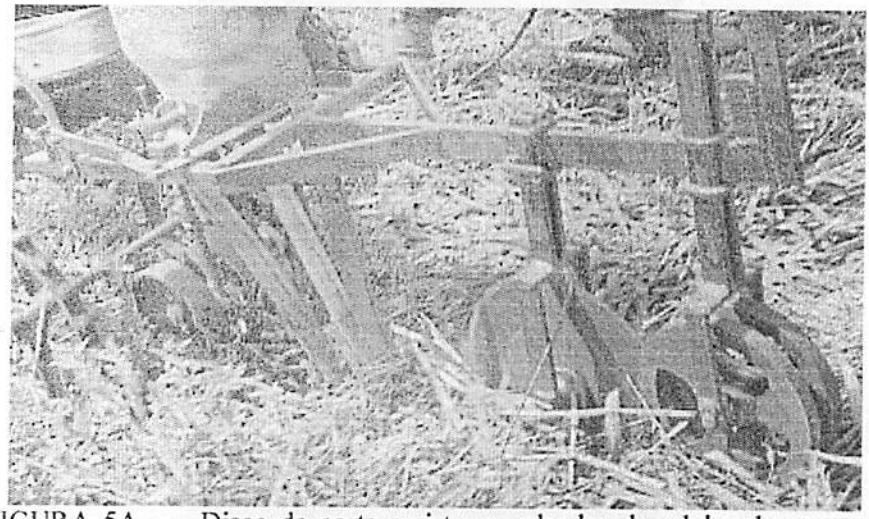

FIGURA 5A - – Disco de corte e sistema sulcador de adubo da semeadora-adubadora Ryc tração animal.

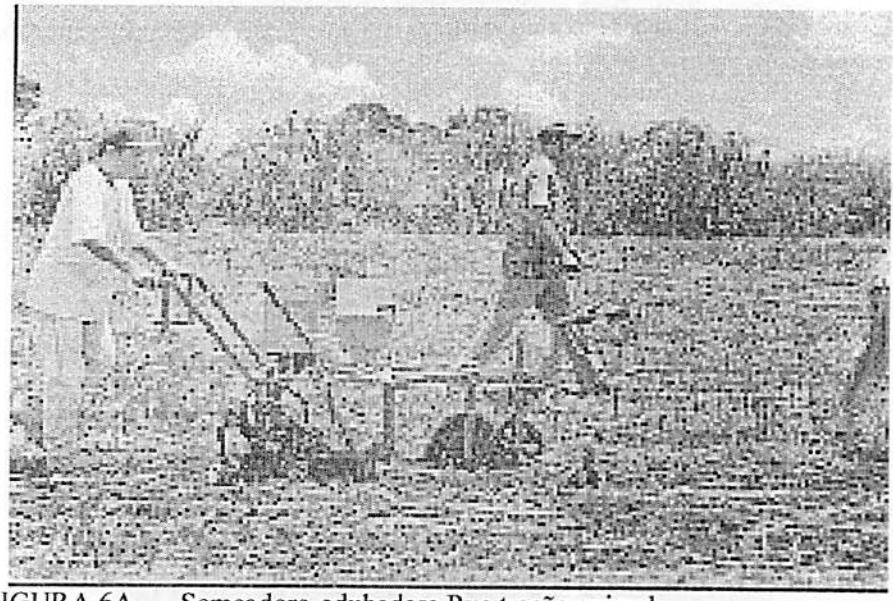

FIGURA 6A - – Semeadora-adubadora Ryc tração animal.

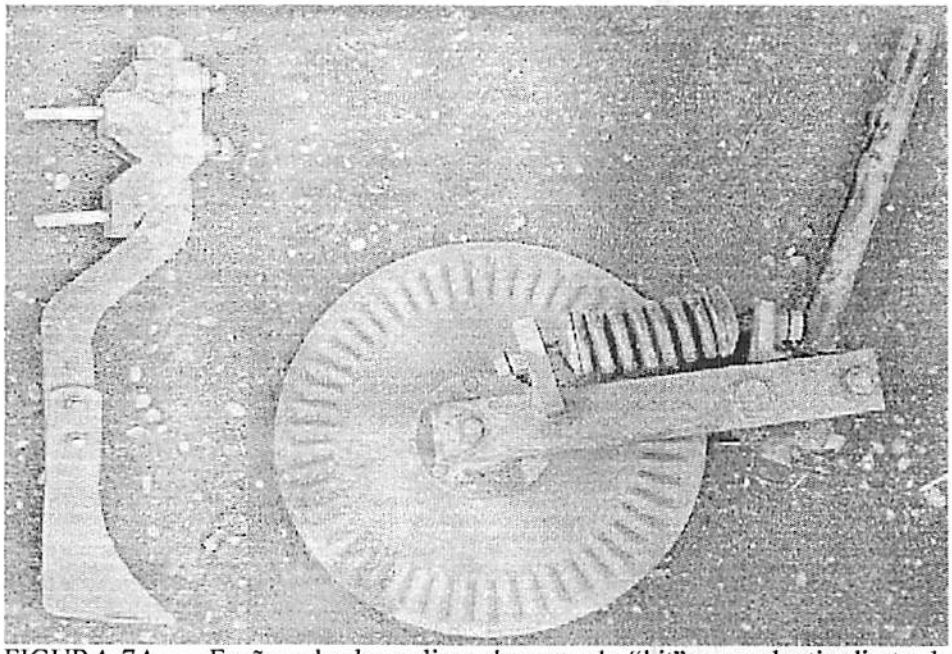

FIGURA 7A - – Facão sulcador e disco de corte do "kit" para plantio direto da semeadora-adubadora Jumil JM-2040.

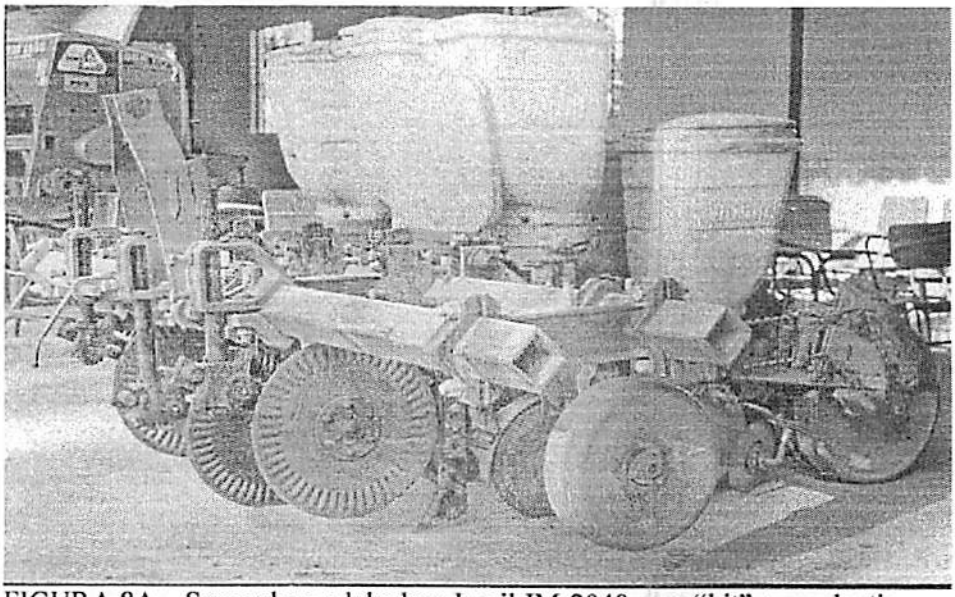

FIGURA 8A – Semeadora-adubadora Jumil JM-2040 com "kit" para plantio direto, com o facão sulcador