

KLS



Máquinas e mecanização agrícola

Máquinas e mecanização agrícola

Paulo Vitório Builchi

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Carolina Belei Saldanha
Isabella Alice Gotti

Editorial

Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biulchi, Paulo Vitorio
B932m Máquinas e mecanização agrícola / Paulo Vitorio Biulchi.
– Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.
236 p.

ISBN 978-85-8482-675-9

1. Mecanização agrícola. 2. Máquinas agrícolas. 3.
Implementos agrícolas. I. Título.

CDD 631.3

2016

Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Mecanização agrícola: histórico, conceitos e perspectivas	7
Seção 1.1 - Mecanização agrícola: introdução, histórico e origem no Brasil	9
Seção 1.2 - Conceituação e normalização das máquinas agrícolas	23
Seção 1.3 - Segurança no trabalho e normas de segurança no uso de máquinas e implementos agrícolas	35
Seção 1.4 - Perspectivas da mecanização agrícola: agricultura de precisão	47
Unidade 2 Motores a combustão interna: componentes e funcionamento	61
Seção 2.1 - Motores de combustão interna: estruturas e funcionamento	63
Seção 2.2 - Combustíveis e lubrificantes	75
Seção 2.3 - Torque e potência	87
Seção 2.4 - Trator agrícola: sistemas e funcionalidades	99
Unidade 3 Implementos e máquinas agrícolas: preparo do solo e semeadura/plantio	115
Seção 3.1 - Implementos e máquinas agrícolas e preparo de solo	117
Seção 3.2 - Sistemas de plantio/semeadura	129
Seção 3.3 - Implementos e máquinas para plantio/semeadura	143
Seção 3.4 - Implementos e máquinas utilizadas para aplicação de corretivos e fertilizantes do solo	153
Unidade 4 Implementos e máquinas agrícolas: tratos culturais, colheita e pós-colheita	169
Seção 4.1 - Pulverizadores e atomizadores	171
Seção 4.2 - Colheitadeiras	183
Seção 4.3 - Implementos e máquinas para controle da cobertura vegetal	197
Seção 4.4 - Eficiência teórica e prática das máquinas e implementos agrícolas	209

Palavras do autor

Olá, seja bem-vindo!

Com certeza você já ouviu, em algum momento, sobre máquinas e mecanização agrícola, não é verdade? Agora convidamos você a nos acompanhar nesta viagem ao conhecimento de um dos assuntos de relevância na agronomia e que tem grande participação e importância na produção de alimentos no mundo.

O Brasil tem grande destaque no cenário agrícola mundial por ser considerado um país essencialmente destinado à produção agrícola com uma elevada produtividade e com ótimas condições de cultivo de diversos vegetais. O país é notado como o "celeiro do mundo", tendo potencial para produzir alimentos em elevada quantidade e qualidade para atender as necessidades do homem.

Com o crescimento da população mundial também cresceu a demanda por alimentos e, nesse sentido, houve a necessidade de buscar meios mais eficientes de preparo da terra, plantio das sementes, cuidados com as plantações e com a colheita da produção. Foi então que surgiram as máquinas e implementos agrícolas cuja utilização é chamada de "Mecanização Agrícola".

Nesta disciplina, você desenvolverá a competência de conhecer os fundamentos, a aplicação, o dimensionamento e a manutenção de máquinas e implementos agrícolas. Para isso, você irá compreender e ser capaz de identificar problemas no funcionamento dos motores de combustão interna; conhecer os implementos e máquinas agrícolas, suas funcionalidades nas etapas de preparo do solo, plantio / semeadura, além de aprender e estar apto a calcular a eficiência / o rendimento, o consumo de combustível por hora do conjunto trator-implemento, pulverizador autopropeleido e colhedora automotriz, assim como determinar o tempo médio necessário para realizar uma determinada operação em uma área.

Preparado para começar?

Mecanização agrícola: histórico, conceitos e perspectivas

Convite ao estudo

Caro aluno, estudar as origens de determinado assunto nos coloca na condição de entender melhor de que forma ocorreram as evoluções ao longo dos anos. Este estudo possibilitará que você conheça mais sobre como a mecanização agrícola surgiu e foi sendo transformada de acordo com as necessidades do homem e as tecnologias disponibilizadas.

O Brasil, com sua vasta extensão territorial tem alto potencial agropecuário, principalmente se otimizar a utilização de máquinas e implementos agrícolas que podem promover o desenvolvimento agrícola. Além disso, conhecer a história, analisar as tendências, as políticas públicas e as perspectivas da mecanização são fundamentais para entender e contribuir com o aumento da produção do campo em nosso país.

Para iniciar nossos estudos, trabalharemos com a seguinte situação hipotética: Douglas é o filho mais velho de uma família de agricultores que tem seu sustento baseado nas atividades de produção agropecuária que adota a mão de obra familiar, utilizam ferramentas e empregam a tração animal sem uso de aparato tecnológico avançado.

Ao concluir o ensino médio, Douglas queria continuar ajudando seu pai na propriedade, seguindo seus métodos de produção ou buscando qualificação profissional na área agropecuária, pois sempre teve como objetivo de vida continuar as atividades agrícolas da propriedade em que reside.

Reunida a família, o assunto foi discutido e seu pai ponderou que a saída de Douglas, seu único filho homem, diminuiria a mão de obra disponível. A decisão da graduação foi pelo curso de Agronomia e Douglas deveria

procurar uma instituição de qualidade que oferecesse ensino a distância para não se ausentar da propriedade. Entretanto, essa situação de grande dependência do trabalho humano chamou atenção de Douglas e ele tentará buscar uma solução para implantar alguma medida que otimize o trabalho exercido por sua família. Como Douglas poderá fazer isso? Quais tecnologias estão disponíveis para diminuir o tempo de trabalho e aumentar a produtividade da área cultivada?

Conhecendo a história de Douglas, vamos discutir algumas situações e auxiliá-lo com soluções relacionadas a Máquinas e Mecanização Agrícola que poderão contribuir significativamente para avanços produtivos na propriedade.

Muito bem, mãos à obra! Utilize seus conhecimentos prévios para avaliar inicialmente essa situação: Por que Douglas optou por um curso voltado para a área de atividade de sua família? Por que optou por um curso não presencial? Você consegue explicar a seguinte observação do pai de Douglas? "A saída de Douglas iria criar uma lacuna na mão de obra disponível, pois não terceirizávamos o trabalho". E ainda, por que é pertinente o estudo da história, conceitos e tendências da mecanização para o desenvolvimento da agricultura tendo como parâmetro a propriedade da família de Douglas?

Seção 1.1

Mecanização agrícola: introdução, histórico e origem no Brasil

Diálogo aberto

Olá estudante, como vai?

A necessidade de produção de alimentos é crescente, pois a população mundial ultrapassou os 7,4 bilhões de pessoas e o fornecimento de alimentos não foi proporcional a este crescimento populacional tão acelerado. Entretanto, esta é uma questão polêmica, pois muitos estudiosos acreditam que a produção de alimentos é suficiente para atender a população mundial, e que as dificuldades estão nas perdas que ocorrem durante e após a colheita, no transporte, armazenamento, beneficiamento, distribuição e acessibilidade da população aos alimentos.

Os conhecimentos da mecanização agrícola colocará Douglas em sintonia com um mercado em franca expansão e que muito contribui com o crescimento do setor de máquinas e implementos agrícolas e com o agronegócio de forma geral. Com o objetivo de conhecer a introdução, o histórico e a origem da mecanização agrícola no Brasil, vamos retornar à situação hipotética proposta anteriormente no “Convite ao Estudo”. Agora Douglas é um estudante do curso de Agronomia na modalidade de ensino a distância e possui muito interesse em conhecer mais sobre a área de estudo de Máquinas e Mecanização Agrícola. Para conduzir Douglas em seus primeiros passos dentro do processo de aprendizagem é fundamental entender a origem, o histórico e as perspectivas da mecanização agrícola no Brasil, para que ele possa compreender melhor o contexto de utilização da mecanização analisando que tipos de máquinas e implementos se adequam à propriedade, quais atividades poderão ser mecanizadas, os prós e contras do uso na propriedade da sua família especialmente considerando o custo operacional versus a utilização de tração animal.

Dessa forma, alguns questionamentos são ressaltados como: conhecendo a história da mecanização agrícola, a propriedade da família apresenta uma mecanização mais básica e simples ou moderna, por quê? Com a compreensão da importância da mecanização agrícola, Douglas pode aumentar a produtividade agrícola da propriedade da sua família?

**Dica**

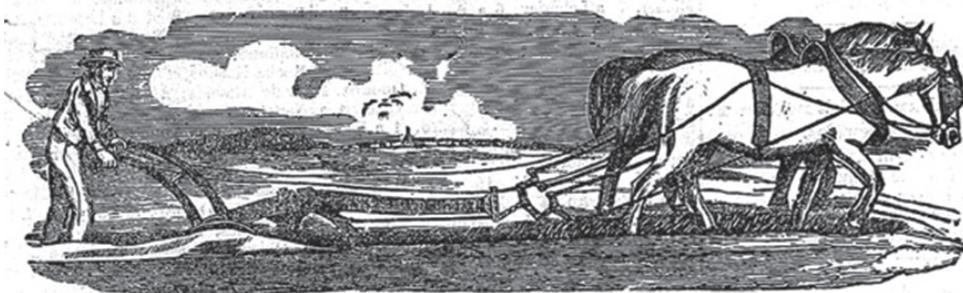
A agricultura tem exigido constantes investimentos em tecnologias na busca pelo manejo adequado do solo, aumento da produção e maior produtividade de alimentos. Por isso, investir em novos conhecimentos na área de mecanização é, com certeza, uma das principais ferramentas para que estes objetivos sejam atingidos.

Não pode faltar

A agricultura representou um grande marco para a evolução do homem por ter relevante participação na mudança do comportamento nômade para o sedentário, já que a busca pela coleta de alimentos, além da caça de animais passou a ser parcialmente substituída pelo cultivo de vegetais. Isso ajudou o homem a aumentar sua perspectiva de vida, por fixar moradia, ter alimentos disponíveis com maior frequência e, posteriormente, desenvolver o comércio de trocas de mercadorias.

A agricultura faz parte da história do homem há mais de 14.000 anos, mas foi apenas há 2.500 anos que o arado começou a substituir a enxada. Ao longo do tempo os implementos foram sendo aperfeiçoados e a necessidade de se ter máquinas no campo foi se tornando maior. Foram muitas as transformações. No começo, a força humana e a animal eram as responsáveis pelo acionamento das ferramentas e implementos rudimentares que ajudavam a aumentar a produção. Com os aprimoramentos que ocorreram, a enxada foi perdendo espaço para o arado e foram surgindo outros implementos mais eficientes e adaptados às necessidades do homem.

Figura 1.1 | Homem utilizando a tração animal na agricultura



PRIMEIRO INSTRUMENTO DE LAVOURA.

Fonte: <<http://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/declinio-do-tetano-um-misterio-revelado/>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

O homem é completamente dependente da natureza, pois para sua sobrevivência sempre precisou usufruir de recursos naturais, inicialmente coletando o que era espontaneamente produzido por ela. Com o passar do tempo e consequente aumento da população, novas técnicas de produção tiveram que ser buscadas e isto resultou na utilização de instrumentos para auxiliar nestes trabalhos. Primeiramente, as ferramentas rústicas surgiram e depois os primeiros implementos (enxada e arado), os motores (a vapor e explosão interna) e as máquinas mais complexas (tratores e implementos), dando origem ao que chamamos de mecanização agrícola.

As máquinas foram se modelando até o surgimento dos primeiros tratores acionados por motores à combustão externa (vapor) em meados do século XVIII. Com o domínio desta tecnologia, a motorização começou a fazer parte desta história. A partir do advento do motor à combustão interna (desenvolvido por Nikolaus, Otto em 1876), especificamente no ano de 1892, o americano John Froelich construiu o primeiro trator com motor à combustão interna. No início, os tratores eram eminentemente utilizados para arrastar os implementos, e os dois não tinham nenhuma relação, necessitando cada um de um operador para guiá-lo.

Figura 1.2 | Implemento tracionado com necessidade de operador



Fonte: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/a3/3e/88/a33e8832438f7749d5958aec816cfefc.jpg>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

Os registros históricos expõem que a mecanização no Brasil teve seu início a partir do final da Segunda Guerra Mundial, até então a tração animal era praticamente a única forma de tração, especialmente de implementos, como arados, grades, cultivadores e plantadeiras, utilizados em larga escala nas lavouras de café e cana-de-açúcar dentre outras.

No Brasil, o ano de 1940 foi o marco de transição da tração animal para a tração mecânica. Foi nesse ano que chegaram as primeiras máquinas e implementos, importados especialmente dos Estados Unidos da América (EUA). Na década seguinte, no final dos anos de 1950, a importação desses equipamentos se tornou mais frequente. No início de 1960 foi criada e implantada a Indústria Brasileira de Máquinas e Implementos Agrícolas, acelerando, com isso, o crescimento do setor.

Figura 1.3 | Trator somente para tração



Fonte: <<http://www.panoramio.com/photo/102845761>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

Dentre as providências tomadas por parte do Estado, visando o efetivo início da produção de tratores agrícolas no Brasil, veio a Resolução nº 224, de 1959, do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA), que fixou as especificações técnicas para cada categoria de trator de rodas a ser produzido pelas empresas, a saber:

- ⇒ Leves: de 25 a 35 CV na barra de tração;
- ⇒ Médios: de 36 a 45 CV na barra de tração;
- ⇒ Pesados: mais de 45 CV na barra de tração.

Inicialmente, 20 projetos foram apresentados ao GEIA, destes, 10 foram aprovados, porém apenas 6 foram efetivados. Em 1960, registrou-se a produção de 37 tratores de rodas de média potência, sendo 32 pela Ford e 5 pela Valmet. No início, a fabricação era pequena e a tecnologia utilizada era antiga, com defasagem

de 20 a 30 anos no Brasil em relação aos equipamentos produzidos por estas mesmas empresas no seu país de origem. Atualmente, estima-se que a defasagem esteja ao redor de 2 a 3 anos, ou seja, uma máquina que é lançada nos Estados Unidos, por exemplo, deve chegar ao Brasil, em média, 2,5 anos depois.

Historicamente, verificamos que a partir do término da Segunda Guerra Mundial, até meados de 1965, grandes mudanças ocorreram no cenário econômico mundial, especialmente no Brasil, que passou a se fortalecer na industrialização. Empreendimentos de grande porte, especialmente liderados pelo Estado, foram nascendo, tais como: Companhia Nacional de Álcalis, Companhia Siderúrgica Nacional, Companhia Vale do Rio Doce, dentre outras.



Refleta

Se a mecanização é tão importante para o aumento da produção e produtividade agrícola, por que o processo de mecanização pode ser lento? Como o agricultor pode buscar recursos para auxiliá-lo na aquisição de máquinas e implementos e acelerar sua produção?

A necessidade do aumento das áreas de produção fez com que as máquinas fossem aprimoradas e, com o tempo e aumento da tecnologia, foi diminuindo o número de trabalhadores no campo. Até o início de 1980, aproximadamente 80% da população brasileira vivia no campo, hoje, estima-se que em torno de 18 a 20% da população continue no campo.

O número de hectares que o agricultor consegue trabalhar vem aumentando desde o princípio da mecanização e estes são alguns dos seus grandes objetivos: aumentar a capacidade de trabalho, a produção, a produtividade e os ganhos, além de diminuir a mão de obra, o tempo de trabalho e os custos da produção.



Vocabulário

Hectare (ha) = medida equivalente a 100 metros (m) x 100 metros (m)
= 10.000 m²

Produção: quantidade produzida em uma determinada área, por exemplo: em 10 ha de uma lavoura de milho a produção foi de 1.000 sacas de 60 kg ou 60.000 kg.

Produtividade: é a quantidade produzida por unidade de área, por exemplo: produção de 1.000 sacas de 60 kg de milho em 10 ha, a produtividade foi de 100 sacas por ha, ou 60.000 kg dividido por 10 ha que equivale a 6.000 kg por ha.

A modernização da agricultura e, conseqüentemente, das máquinas e implementos agrícolas, trouxe conseqüências positivas, tais como: o aumento na produção e na produtividade; expansão da fronteira agrícola; e aceleração do desenvolvimento tecnológico, tanto na área de máquinas e implementos agrícolas como na área de sementes e demais insumos utilizados na produção.

Em relação aos aspectos negativos estão o aumento dos custos de produção somados à utilização de grande quantidade de fertilizantes químicos levando à contaminação do solo com resíduos tóxicos, afetando diretamente a biodiversidade. A dependência do uso de fertilizantes para a produção leva ao aumento dos processos de degradação do solo, especialmente os causados pela erosão. Um aspecto que tem causado grande êxodo da população para as áreas urbanas é a diminuição da oferta de mão de obra nos processos de produção agrícola, pois cada máquina substitui um número significativo de trabalhadores, chegando a superar 100 homens, como é o caso de uma colhedora de cana-de-açúcar, que pode suprir as atividades de 100 a 120 trabalhadores.



Assimile

A evolução das máquinas e implementos está diretamente relacionada à demanda crescente por alimentos e à diminuição da necessidade de mão de obra no campo. As necessidades identificadas pelo homem vão estimulando que novas tecnologias sejam elaboradas.

Entretanto, outra tendência que vem sendo observada pela adoção da mecanização agrícola é a qualificação da mão de obra, apesar da diminuição no número de empregados. As máquinas agrícolas estão se tornando cada vez mais autossuficientes, dispensando, em muitas situações, o trabalho do operador. Essas máquinas contam com equipamentos que monitoram a direção, a velocidade de operação, a distribuição de fertilizantes e corretivos, as sementes, a umidade dos grãos colhidos, bem como quantificam perdas eventuais na colheita, a necessidade da quantidade de fertilizantes e corretivos, o gasto de combustível, chegando à possibilidade de paralização da máquina a distância se assim for necessário.

O desenvolvimento agrícola envolve diversas variáveis (ecológicas, socioeconômicas, político-institucionais, culturais e tecnológicas), sendo que a importância relativa de cada uma delas se modifica com o tempo (ROMEIRO, 1998). Dentro desta perspectiva, podemos afirmar que em 15 a 20 anos teremos tratores, colhedoras e processadores trabalhando totalmente automatizados, máquinas autônomas para as quais não haverá necessidade de operadores.



Assimile

O surgimento de novas ferramentas, como o arado, a invenção do motor de combustão interna e do trator, proporcionou a realização de mais trabalho em menor tempo e com o emprego de menos mão de obra, por outro lado, há a necessidade de melhor qualificação da mão de obra e investimento na aquisição de equipamentos, o que aumenta o custo de produção.

No Brasil, foram desenvolvidos dois modelos de produção agrícola bastante distintos: a agricultura camponesa/familiar e a agricultura patronal, convertida no que se convencionou chamar de “agronegócio” (SANTILLI, 2009). O modelo familiar, geralmente, faz pouco uso de maquinários pela produção ser em menor escala, utilizando máquinas de tração animal para as diversas etapas de produção. De acordo com a autora, o agronegócio se caracteriza pela produção baseada na monocultura, especialmente de produtos cujos valores são ditados pelas regras do mercado nacional e internacional, pela utilização intensiva de insumos químicos e de máquinas agrícolas, pela adoção de pacotes tecnológicos, pela padronização e uniformização dos sistemas produtivos, pela artificialização do ambiente e pela consolidação de grandes empresas agroindustriais.



Faça você mesmo

O grifo abaixo possui uma relação direta com a possibilidade de desenvolvimento, leia: No Brasil, foram desenvolvidos dois modelos de produção agrícola bastante distintos: a agricultura camponesa ou familiar e a agricultura patronal convertida no que se convencionou chamar de “agronegócio” (SANTILLI, 2009). Pense na relação dessa afirmativa com o uso e aumento da mecanização no Brasil, pesquise e apresente uma breve explicação sobre a sua conclusão.

Ao longo da seção, você conseguiu identificar a evolução, as tendências e perspectivas da mecanização no Brasil? É fundamental que você compreenda que o aumento da população está diretamente relacionado com o aumento da necessidade de alimentos e que exige dedicação permanente do homem no desenvolvimento de novas técnicas de produção, especialmente na área da mecanização, com novas máquinas e implementos para facilitar e otimizar os trabalhos no campo objetivando o aumento da produção.



Exemplificando

Dentre as variáveis que se apresentam para a adoção da mecanização como instrumento de produção agrícola estão os aspectos relacionados à aquisição de equipamentos. Alguns dos fatores que podem ser relacionados a isto são os altos custos e a dificuldade na obtenção de crédito que vários produtores enfrentam, o que dificulta o acesso aos maquinários.

O agricultor, especialmente o proprietário de pequenas áreas, geralmente não dispõe de recursos para contratação de mão de obra, contando apenas com a família. Para aquisição de máquinas e implementos, na maioria das vezes, a garantia exigida pelas instituições financiadoras é superior às suas posses.

Durante muito tempo, os agricultores familiares não dispunham de nenhum incentivo para a aquisição de bens, especialmente máquinas e implementos. Historicamente, os trabalhos no campo foram realizados por meio de tração humana e animal e, só adquiria algum equipamento aquele agricultor que dispunha de recurso próprio, o que dificultou o acesso igualitário às máquinas pelos agricultores.



Pesquise mais

Foi a partir do início dos anos 1960 que o agricultor pôde começar a contar com linhas de crédito via bancos privados, ou do próprio Governo Federal disponibilizando programas de financiamento à aquisição de máquinas, equipamentos, implementos agrícolas e bens de informática e automação, de fabricação nacional por meio de uma rede de instituições credenciadas cujas informações detalhadas poderão ser obtidas no site do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) pelo endereço disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bndesfinameagricola>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

Outro aspecto positivo que contribuiu para maior implemento dos maquinários agrícolas foi a implantação de cooperativas voltadas para o setor, as chamadas “Cooperativas Agrícolas” e, mais recentemente, os “Sindicatos de Produtores Rurais” que têm colaborado de forma decisiva no setor de aquisição de máquinas e implementos, como em todas as ações que envolvem planejamento, aquisição de insumos, comercialização entre outros.

Outra possibilidade de crédito é por meio do Plano Agrícola e Pecuário, especialmente voltado para pequenos agricultores, chamado de Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Entretanto, o acesso a essas

linhas de crédito nem sempre são fáceis, há necessidade de elaboração de projetos de produção adequados à realidade de cada agricultor, existe a dificuldade de assistência técnica, desconhecimento das características do clima de cada região, altos custos dos insumos (sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas, por exemplo) e a falta de uma política de preços que dê segurança ao produtor.



Pesquise mais

Vamos ampliar nosso conhecimento sobre o conteúdo estudado por meio de um artigo atual e interessante, que sintetiza muito bem o tema da seção!

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JUNIOR, A. M. **Evolução Histórica da Indústria de Máquinas Agrícolas no Mundo**: Origens e tendências. Trabalho apresentado no 48. Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, Campo Grande, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1208.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

Sem medo de errar

Agora que já transitamos pela história, tendências e perspectivas da mecanização no Brasil, vamos lembrar a situação-problema: conhecendo a história da mecanização agrícola, a propriedade da família de Douglas apresenta uma mecanização mais básica e simples ou moderna, por quê? Com a compreensão da importância da mecanização agrícola, Douglas pode aumentar a produtividade agrícola da propriedade da sua família?



Atenção

Devemos compreender que a família de Douglas vive em uma propriedade familiar considerada de médio a pequeno porte, que pratica uma agricultura baseada na utilização da força humana e animal com baixa tecnologia, mas que apresenta potencial para utilização de novas tecnologias bastando análise e planejamento para definir o que, quanto e como utilizar.

Se analisarmos as condições da propriedade familiar de Douglas, podemos concluir que no Brasil a agricultura das pequenas e até das médias propriedades ainda são tradicionais, com pouca tecnologia, empregando força humana e animal na realização das atividades, ou seja, seria uma mecanização simples com o uso de pouca tecnologia.

A percepção de Douglas de que é possível melhorar as condições de produção da propriedade de seus pais está condicionada a alguns fatores, iniciando pela predisposição de querer melhorar, buscar conhecimentos adequados. Para que isso possa acontecer, a elaboração de um plano estratégico que atenda a realidade da propriedade é fundamental.



Lembre-se

É possível elaborar um projeto de mecanização que atenda às necessidades da propriedade da família de Douglas e, principalmente, que seja exequível.

A compreensão da importância da mecanização agrícola ajudará Douglas a entender a mecanização como um componente necessário para a evolução da agricultura e, principalmente, para o aumento da produção e da produtividade e para a otimização do uso da terra e da mão de obra disponível, independentemente da área que se tenha necessidade de trabalhar.

A provável constatação de Douglas é a de que será necessário muito esforço e, principalmente, integrar os conhecimentos adquiridos na área de mecanização como de outras áreas relativas a projetos, administração, planejamento, execução e avaliação de resultados das atividades agropecuárias.

Avançando na prática

Mecanização, demanda de mão de obra e qualificação

Descrição da situação-problema

O uso de máquinas e implementos agrícolas em uma propriedade proporciona aumento na quantidade e qualidade do trabalho realizado em função do tempo gasto, isto tem gerado diminuição na oferta de trabalho no campo ao mesmo tempo que exige maior qualificação da mão de obra utilizada, como citado anteriormente, a população do campo vem sistematicamente diminuindo a números preocupantes.

Esta constatação é real e merece uma reflexão mais detalhada, pois é notável que a qualificação dos trabalhadores na agricultura ainda é precária. A grande maioria dos agricultores utiliza conhecimentos que são passados hereditariamente, de pai para filho, sem agregar novas tecnologias de produção, o que pode levar à degradação da área explorada na propriedade ou não atingir a potencialidade produtiva da área.

A questão é: Se considerarmos uma propriedade em que o gestor terá que decidir sobre investir em maquinários ou em maior quantidade de mão de obra, qual será sua atitude, sabendo que ao optar por máquinas e implementos será menor a necessidade de mão de obra no processo de produção? Entretanto, ao mesmo tempo, será necessário qualificar a mão de obra para operar as máquinas e implementos. Como proceder para amenizar os efeitos da decisão tomada? Quais procedimentos podemos adotar para minimizar os problemas, especialmente em relação à diminuição da oferta de mão de obra? Quais procedimentos adotar no que diz respeito à qualificação da mão de obra?



Lembre-se

O uso de máquinas e implementos agrícolas, ou seja, o uso da “Mecanização” em uma propriedade, proporciona aumento na quantidade e qualidade do trabalho realizado com consequente ganho de tempo, se corretamente aplicada.

Resolução da situação-problema

Já discutimos sobre a história, a origem e as tendências da mecanização no Brasil na qual abordamos estes aspectos. Então, vamos discutir e sugerir alternativas para a solução dos questionamentos do gestor, pois dentro da perspectiva de aumento do uso da mecanização na agricultura brasileira a tendência é que a situação se agrave ainda mais.

A diminuição da oferta de trabalho em função do aumento da mecanização tem levado à criação de novas alternativas de ocupação dos trabalhadores, por exemplo: diversificação das atividades da propriedade – onde antes só se produzia grãos estão sendo instaladas áreas de pecuária – atividade que agrega o trabalho do homem e das máquinas.

Diversificar as atividades é uma forma de garantir mais segurança ao produtor, já que, se uma área apresentar problemas, a outra pode até garantir que não haverá perda total da produção.

A qualificação da mão de obra deve ser feita para que os trabalhadores possam assumir os novos postos de trabalho resultantes da diversificação das áreas de produção bem como para operação das máquinas e implementos que passarão a fazer parte da rotina na propriedade. Dessa forma, a decisão de adquirir maquinário ou contratar mais funcionários está relacionada à necessidade e custo versus benefício da plantação.



Faça você mesmo

Se como alternativa de diversificação de produção na propriedade fosse implantado a cultura de soja, como. Como a mecanização poderia contribuir para esta atividade?

Como proceder para qualificar a mão de obra na operação de máquinas e implementos agrícolas adquiridos pela propriedade?

Faça valer a pena

1. A agricultura faz parte da história do homem há mais de 14.000 anos, mas foi aproximadamente há 2.500 anos que ocorreu a primeira grande transformação na forma de trabalho agrícola relativo ao uso de ferramentas.

O que caracterizou esta transformação?

- a) O arado começou a substituir a enxada.
- b) O homem descobriu a pólvora.
- c) O homem inventou a roda.
- d) O homem começou a usar o fogo para limpar as lavouras.
- e) O homem utilizou pela primeira vez o trator.

2. No começo, o homem utilizava as ferramentas e implementos rudimentares nos trabalhos agrícolas.

Quais as forças utilizadas para o acionamento dessas ferramentas?

- a) Máquinas a vapor.
- b) Motores a combustão externa.
- c) Humana e animal.
- d) Motores a diesel.
- e) Motor a álcool.

3. Com o advento do motor a combustão interna, foi possível a criação, pelo americano John Froelich, do primeiro trator utilizando este motor.

Em que ano aconteceu este fato?

- a) 1889.
- b) 1982.
- c) 1935.
- d) 1892.
- e) 1960.

Seção 1.2

Conceituação e normalização das máquinas agrícolas

Diálogo aberto

Olá, estudante!

O seu primeiro passo ao conhecimento sobre as máquinas e mecanização agrícola foi dado com sucesso! É imprescindível sua compreensão sobre a importância da evolução do uso e do desenvolvimento tecnológico das máquinas agrícolas, assim como as perspectivas de progresso das tecnologias de produção aliadas ao crescimento da área de sementes e demais insumos utilizados na produção agrícola. Tudo isso é fundamental para aumentar sistematicamente a produção de alimentos.



Dica

Se você não assimilou algum dos conceitos abordados na Seção 1.1, revise-o antes de iniciar seus estudos da Seção 1.2. Aproveite a aula e tire dúvidas sempre com o professor!

Na busca de um melhor entendimento e padronização dos tipos, modelos, aplicações e nomenclatura das máquinas e implementos agrícolas, as comunidades envolvidas na sua fabricação, comercialização, utilização e também na importação e exportação consensualizaram quanto a necessidade de regramento dos itens citados através de um órgão oficial.

O passo seguinte do nosso estudo será conhecer e entender em detalhes a Conceituação e Normalização das Máquinas Agrícolas produzidas e utilizadas na agropecuária brasileira. Conhecer as normas técnicas específicas aplicadas a cada máquina desde o preparo inicial ou convencional de solo, ao plantio e semeio, à distribuição de corretivos e fertilizantes, aos tratos culturais, incluindo a aplicação de agroquímicos via pulverização, e à colheita e pós-colheita.

Embora Douglas sempre convivesse com um sistema de produção no qual a

mão de obra era escassa, em que a força de tração era animal, conseguia, com muito esforço, suprir suas necessidades. Porém, sempre houve um anseio de otimizar o trabalho x tempo x produção. Então, Douglas refletindo sobre os estudos de Máquinas e Mecanização Agrícola com o propósito de elaborar um projeto de mecanização adequado à propriedade de sua família, questionou: a forma de trabalho utilizada atualmente na propriedade (implementos e ferramentas manuais e tração animal) está contemplada na normalização da ABNT? Quais as vantagens de conhecer essa classificação? Isso irá influenciar na forma como o trabalho é executado? E futuramente, com a implementação de máquinas, a normalização ajudará em quê?

Não pode faltar

O constante crescimento da agricultura tem como alicerce o emprego de equipamentos agrícolas para dinamizar e otimizar a realização de tarefas na produção agrícola. É notável que a mecanização da agropecuária tem produzido efeitos positivos na produção e, principalmente, na produtividade em todos os setores da agropecuária. O emprego de mais máquinas exigiu também que novos aparatos tecnológicos fossem agregados a estas, dando-lhes maior eficiência e versatilidade sempre na busca do aumento da produção e da produtividade com economia, pois quanto mais eficientes os equipamentos, maior a sua produção e isto, na maioria dos casos, não tem significado aumento de custos.

A revolução tecnológica que acontece no campo tem proporcionado um crescimento grande da indústria de máquinas e implementos agrícolas, tanto em produção quanto em número de indústrias instaladas. Como pontos positivos podemos citar a maior oferta de equipamentos o que proporciona um preço mais competitivo para aquisição por parte do agricultor, por outro lado, nem todos os equipamentos apresentam a qualidade esperada, pois o mercado disponibiliza equipamentos que muitas vezes não possuem especificação técnica ou a qualidade esperada.

Com a constatação destes problemas, as áreas envolvidas, juntamente com os órgãos governamentais, buscaram solucionar tal demanda e concluiu-se que era necessária a padronização desses equipamentos. A solução veio através da conceituação e normalização das máquinas, implementos e ferramentas agrícolas por meio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cujas competências são: prover a sociedade brasileira de conhecimento sistematizado, por meio de documentos normativos, que permita a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável no mercado interno e externo, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico, a proteção do meio ambiente e a defesa do consumidor.

A ABNT regulamentou a conceituação e normalização das máquinas

agrícolas através da NB-66, conforme segue: **Máquina Agrícola:** são projetadas especificamente para realizar integralmente ou coadjuvar à execução da operação agrícola; **Implemento Agrícola:** implemento ou sistema mecânico, com movimento próprio ou induzido, em sua forma mais simples, cujos órgãos componentes não apresentam movimentos relativos; **Ferramenta Agrícola:** implemento em sua forma mais simples, o qual entra em contato direto com o material trabalhado, acionado por uma fonte de potência qualquer; **Máquina Combinada ou Conjugada:** possui, em sua estrutura básica, órgãos ativos que permitem realizar, simultaneamente ou não, várias operações agrícolas; **Acessórios:** órgãos mecânicos ou ativos que, acoplados à máquina agrícola ou implemento, permitem tanto aprimoramento do desempenho como execução de operações diferentes para os quais foram projetados; **Operação Agrícola:** toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária.



Exemplificando

Alguns exemplos:

Máquinas agrícolas: colhedora automotriz de grãos e trator de pneus.

Implemento agrícola: arado de discos e aivecas; grades leves, intermediárias e pesadas; subsolador; cultivadores; enxadas rotativas; semeadora adubadora; plantadoras e transplantadoras; carreta agrícola.

Ferramenta agrícola: enxada, foice, cutelo, discos para grades e arados, faca para roçadeiras; hastes para subsoladores; limpadores para discos de arados e grades.

Máquina combinada ou conjugada: o exemplo clássico deste tipo de máquina é a colhedora automotriz, que realiza a colheita do produto, transportando-o para um sistema de trilha, que separa os grãos da espiga.

Acessórios: dentre os mais comuns temos os marcadores de espuma que auxiliam na aplicação de agroquímicos, utilizando-se pulverizadores de barras, "Piloto Automático".

Operação agrícola: entre as principais estão o preparo de solo incluindo aração e gradagem, plantio, tratos culturais, pulverização, colheita, transporte e secagem.

A agropecuária emprega em suas atividades diárias um número expressivo de máquinas, implementos e ferramentas, incluindo um número significativo de acessórios. A força de tração empregada está em função da disponibilidade que se tenha e do tipo de tarefa a realizar. A mecanização propriamente dita (trator

mais implemento) desempenha um papel de suma importância na racionalização da mão de obra, eficácia e rapidez na realização das tarefas. Mas temos que considerar que existe também uma série de cuidados, ou aspectos negativos, a serem observados em relação ao emprego de máquinas na propriedade que podem atingir a própria mecanização, as pessoas e o meio ambiente.

Em relação às máquinas, devemos executar ações como a manutenção preventiva conforme recomendações do fabricante e operá-las dentro dos limites definidos no manual de operação. Com relação às pessoas, os operadores devem receber o treinamento adequado para operar a máquina, utilizar o EPI recomendado para o tipo de trabalho, especialmente aqueles que envolvem manipulação e aplicação de agroquímicos (os chamados defensivos e/ou agrotóxicos). Quanto ao meio ambiente, a maioria das operações, especialmente aquelas que resultam em revolvimento ou pulverização do solo, podem produzir erosão em menor ou maior escala, levando à destruição da camada agricultável do solo. Por isso, as práticas conservacionistas (curvas de nível, rotação de culturas, descompactação do solo e, se possível, cultivo mínimo e plantio direto) devem sempre compor o projeto de qualquer propriedade agrícola. As práticas de manejo sustentável são metas permanentes dentro de uma propriedade.



Refleta

Qual ou quais as vantagens de conhecer a conceituação e normalização das máquinas e implementos agrícolas?

Nem todos os equipamentos apresentam a qualidade esperada em termos de resistência construtiva e eficiência técnica, especialmente os que vêm de fora do país. Essa é uma das justificativas consistentes para que a ABNT criasse a NB-66 classificando e normalizando as máquinas agrícolas no Brasil. Para dar maior fluidez e facilidade de entendimento, a classificação foi elaborada com base na rotina de operações realizadas para a produção das culturas no campo, conforme segue:

Classe 1 - Máquinas e implementos para o preparo do solo

Entende-se por preparo inicial todas as tarefas necessárias para a abertura de uma nova área de cultivo que compreende desde a derrubada de mata alta ou baixa, densa ou rala, empregando uma gama de equipamentos, como motosserras, serras manuais, tratores de esteira com lâmina frontal e anteparo protetor, responsáveis pela limpeza do terreno permitindo a sequência de operações. Alguns exemplos são: **destocador**: elimina os tocos de árvores que não foram arrancados, mas cortados; **serras**: manuais e motorizadas, utilizadas para o corte de material quando necessário; **lâminas empurradoras**: são utilizados tratores equipados com lâminas e anteparos especiais para completar o trabalho de limpeza do terreno; **lâminas**

niveladoras: completada a limpeza do solo, em algumas situações há necessidade de acerto da superfície; **escavadeiras:** para trabalhos especiais de abertura de canais para escoamento de água ou de fechamento de depressões acentuadas que irão dificultar os trabalhos regulares das máquinas; **perfuradoras:** para abertura de buracos para cercas e abertura de covas para o plantio de árvores, especialmente na fruticultura. Pode ser manual, acionado por motor ou tratorizado.

Máquinas e implementos para o preparo periódico do solo

O uso de máquinas e implementos para o preparo periódico do solo depende das condições encontradas, se o solo estiver muito compactado será necessário o uso de arado subsolador para permitir uma melhor aeração, circulação de água e desenvolvimento das raízes da planta. Exemplos desse tipo de material: arados de aiveca e discos.

Classe 2 - Implementos para a semeadura, plantio e transplante

Concluído o preparo do solo executa-se o plantio, para esta operação encontramos três tipos de máquinas que se adequam a uma finalidade específica do plantio: **semeadura, plantio e transplante** - conceitualmente denomina-se de: **Semeadora:** máquinas e/ou implementos que distribuem sementes a lanço, de fluxo contínuo, de precisão mecânica ou precisão pneumáticas. **Plantadoras:** máquinas e/ou implementos que depositam no solo partes vegetativas de plantas tais como hastes ou ramos (mandioca), colmos (cana-de-açúcar), tubérculos (batata), normalmente necessitam de operadores que atuam sobre estas auxiliando no trabalho. **Transplantadoras:** máquinas e/ou implementos que efetuam os transplantes de mudas de plantas, largamente utilizadas em hortas, reflorestamento, café dentre outros. **Cultivo mínimo ou plantio direto:** Semeadoras especialmente preparadas para atuarem sobre solos com cobertura vegetal, preferencialmente morta e tombada sobre o solo.

Classe 3 - Implementos para aplicação, carregamento e transporte de adubos e corretivos

Adubadoras e carretas.

Classe 4 - Implementos para o cultivo, desbaste e poda

Enxadas rotativas, ceifadeiras e roçadeiras.

Classe 5 - Implementos aplicadores de defensivos

Pulverizadores, polvilhadoras, atomizadores e fumigadores.

A tecnologia embarcada nos equipamentos de pulverização permite bastante segurança na operação de aplicação de qualquer produto, são utilizados

acessórios como piloto automático, controladores de vazão e pressão, reguladores automáticos de volume, de sobreposição e de faixa de aplicação.

Classe 6 - Máquinas para a colheita

Colhedoras ou colheitadeiras – colheita simples ou combinada. Uma boa safra culmina com a colheita e, neste setor, o mercado disponibiliza uma gama de modelos e tamanhos, simples e combinadas, para a colheita de praticamente todos os tipos de plantas cultivadas.

Classe 7 - Máquinas para transporte, elevação e manuseio

Carroças, carretas, caminhões, elevação e manuseio. Hoje dispomos de equipamentos conjugados que podem fazer o transporte dos corretivos e fertilizantes até a lavoura, fazer a distribuição de acordo com as análises ou mesmo a taxas variáveis, como veremos nos capítulos seguintes, e sair para novo transporte sem a necessidade de nenhum transbordo, tornando a operação mais rápida e diminuindo o custo.

Classe 8 - Máquinas para o processamento, máquinas beneficiadoras, máquinas para o tratamento e polimento

Alguns produtos, após a colheita, necessitam de tratamento próprio, ao que chamamos de beneficiamento, como é o caso do café, arroz, milho, trigo, algodão, cana-de-açúcar. Para esses trabalhos são exigidos equipamentos próprios e especializados, como é o caso das usinas de processamento de cana e produção de açúcar e álcool.

Classe 9 - Máquinas e implementos para a conservação do solo, água e irrigação e drenagem

Um grande problema dos sistemas de irrigação está relacionado à conservação dos solos, pois exige critérios na sua utilização sob pena de provocar sérios danos especialmente relacionados à erosão, lixiviação de nutrientes e possível contaminação ambiental com resíduos de fertilizantes e agrotóxicos.

Classe 10 - Máquinas especiais

Reflorestamento e manejo especial com madeiras e outros materiais. Acompanhando o desenvolvimento deste setor, a indústria de máquinas vem desenvolvendo equipamentos para atender estas demandas oferecendo serras manuais motorizadas e máquinas especializadas no corte (derrubada) e fracionamento de árvores de forma mecânica com o uso de pouca mão de obra.

Classe 11 - Máquinas motoras e tratores

Tratores agrícolas, industriais e tratores.

Classe 12 - Aeronaves – Tratamentos químicos, adubações e sementeio

Regida pelo Decreto-Lei nº 917, de 7 de setembro de 1969, e regulamentada pelo Decreto nº 86.765, de 22 de dezembro de 1981, a aviação agrícola brasileira pode ser conduzida por pessoas físicas ou jurídicas que possuam certificado para esse tipo de operação. As operações mais realizadas pelas aeronaves são o plantio, a aplicação de agroquímicos e adubação.

Você deve ter percebido que até agora falamos de uma série de equipamentos para realizar praticamente todas as tarefas, desde o preparo inicial do solo (limpeza e regularização), o preparo periódico do solo (subsolagem, aração e gradagem), o plantio (semeadura, transplantio, plantio de partes vegetativas e tubérculos), os tratos culturais (controle de plantas invasoras, pragas e doenças, aplicação de agroquímicos), a irrigação, a colheita, o transporte, a limpeza, a secagem, o beneficiamento, o armazenamento ou a expedição dos produtos até as máquinas especiais para trabalhos em área de produção de madeira. Praticamente todos estes equipamentos são ou necessitam de acionamento por máquinas motoras (motores a combustão ou motores elétricos).



Assimile

A classificação e normalização das máquinas e implementos permite clareza na identificação e aplicação de cada uma delas nas atividades de campo.

Sabemos que o mercado de máquinas e implementos agrícolas disponibiliza uma gama enorme desses produtos. Conhecer detalhadamente cada um, sua nomenclatura, sua finalidade e possibilidades de adequação, de receber acessórios que possam lhe dar maior versatilidade e eficiência tornando-o mais produtivo com economia de tempo e mão de obra são fatores de suma importância. Todos esses conhecimentos deverão estar atrelados a um estudo detalhado das necessidades de uso que teremos dessas máquinas e implementos, isto nos coloca na condição de conhecermos com detalhes o tamanho, a topografia e o que queremos explorar na área que temos disponível. Estes fatores nos indicarão, por exemplo, o tamanho e modelo de cada equipamento a ser utilizado.



Refleta

Qual a finalidade dessas máquinas e implementos? Quais os benefícios que seu uso trará para o crescimento da produção e propriedade? E a mão de obra disponível é adequada e qualificada para tal atividade? E quais os aspectos negativos que, por ventura, o uso desses equipamentos pode trazer?

O número de hectares que o agricultor consegue trabalhar vem aumentando desde o início da mecanização e este é um dos seus grandes objetivos: aumentar a capacidade de trabalho da área, diminuir o tempo de execução das atividades e diminuir os custos da produção.



Faça você mesmo

Após os assuntos abordados, você consegue identificar e conceituar outros modelos que se enquadram na classificação da ABNT?

Procure em livros, internet, sites das indústrias de máquinas e implementos agrícolas outros modelos, além daqueles exemplificados, disponíveis no mercado brasileiro, conceituando-os e classificando-os de acordo com as normas ABNT-NB-66.

É fundamental que você compreenda a conceituação e verifique que existem inúmeros outros modelos e tamanhos de máquinas e implementos disponíveis no mercado brasileiro que podem se adequar às mais variadas necessidades e que, se usados adequadamente, irão contribuir positivamente para a otimização dos trabalhos no campo buscando-se sempre o aumento da produção e produtividade com o máximo de eficiência e economia.



Assimile

A evolução das máquinas e implementos está diretamente relacionada à demanda crescente por alimentos e à diminuição da disponibilidade de mão de obra no campo. O rápido aumento do uso desses equipamentos teve como consequência o surgimento da necessidade de padronização de sua conceituação e normalização, fato este concretizado com a edição da BN-66 da ABNT.

Sem medo de errar

Quando buscamos sanar as dúvidas sobre algo, à medida que vamos evoluindo nesta direção, vamos constatando que muitas vezes o que nos parecia impossível começa a ter possíveis soluções. Esta é a sensação de Douglas, conforme avança nos estudos, percebe que suas dúvidas e questionamentos têm respostas.

Agora que já transitamos pela história, tendências e perspectivas da mecanização no Brasil e conhecemos a conceituação e normalização das máquinas e implementos, vamos relembrar a situação-problema. Douglas teve os seguintes

questionamentos: a forma de trabalho utilizada atualmente na propriedade (implementos e ferramentas manuais e tração animal) estão contempladas na normalização da ABNT? Quais as vantagens de conhecer essa classificação? Isso irá influenciar na forma como o trabalho é executado? E futuramente, com a implementação de máquinas, a normalização ajudará em quê?

Entendendo a conceituação e normalização das máquinas e implementos, Douglas sabe que o uso de ferramentas também está inclusa na NB-66, além disso, sabendo sobre a normatização ele pode selecionar as que melhor se adequam às necessidades da propriedade, pois aprendeu que mesmo as ferramentas manuais e implementos de tração animal está contemplada na conceituação e normalização da ABNT (NB-66) e, sendo estes equipamentos normatizados, o grau tecnológico se adequa a realizar trabalho de qualidade nas diversas operações que serão executadas na propriedade, como exemplo podemos citar cultivadores, semeadoras e até pulverizadores com tecnologia de ponta e que são de acionamento manual ou por animais. Isso atenderá os anseios em otimizar o trabalho com economia de tempo, buscando o aumento da produção e produtividade. Como vantagens, a busca por esses resultados positivos poderá levar à possibilidade de seleção de máquinas e implementos que, conforme foi constatado na normalização ABNT, se adequam às necessidades da propriedade tornando-a ainda mais eficiente e, com certeza, mais produtiva e econômica.

Mais uma vez se justifica a importância de conhecermos com detalhes a classificação ABNT-NB-66, já que o dimensionamento correto e as necessidades do equipamento estão diretamente relacionados com sua eficiência e economia, por isso devemos ser rigorosos neste quesito sem se deixar influenciar pelas aparências, já que isto irá interferir no melhor desenvolvimento do trabalho agrícola.



Lembre-se

É possível elaborar um projeto de mecanização que atenda às necessidades da propriedade da família de Douglas e, principalmente, que seja exequível, desde que tenhamos clareza quanto aos objetivos e pleno conhecimento da conceituação e normalização ABNT-NB-66.

Avançando na prática

Culturas especiais: reflorestamento

Descrição da situação-problema

O senhor João é proprietário de uma área de 2.000 ha e, desse total, aproximadamente 250 ha não são adequados para a exploração da agricultura

convencional (milho, soja, arroz e feijão), portanto, o espaço poderia ser utilizado para culturas de reflorestamento por meio do plantio de: eucalipto, pinus, mogno, teca, dentre outros, que podem ser utilizadas para diversos fins, entre eles, na indústria de celulose, na fabricação de móveis, na construção civil etc. Essa atividade exige a utilização de máquinas específicas para preparo do solo, plantio e/ou transplante, adubação de cobertura, controle de pragas e doenças, desbastes, derrubada (colheita final), adequação para o transporte, retirada da lavoura e transporte até as indústrias, se for o caso.

Senhor João, após tomar conhecimento do projeto e constatar que a maioria das operações exigiria o emprego de máquinas específicas, questionou se o mercado dispunha desses equipamentos. Você, enquanto agrônomo, conhecendo a classificação NB-66 da ABNT, o que responderia para o senhor João?

Resolução da situação-problema

Como agrônomo, você deve conhecer as normas da ABNT NB-66 que tratam da conceituação e normalização de máquinas e implementos agrícolas. Essas normas nos permitem concluir que existem no mercado equipamentos que se adequam a todos os tamanhos de áreas de cultivo e culturas exploradas, adequadas para compor o projeto de cada situação.

Observamos que todos os tipos, modelos, tamanhos e força de acionamento de máquinas, implementos e ferramentas, estão contemplados na conceituação, normalização e classificação NB-66, isto nos possibilita a busca por aqueles que melhor se adequam as nossas reais necessidades, sabendo que a indústria e, por consequência, o mercado as disponibilizam de forma padronizada. Dessa forma, um agrônomo terá ferramentas que permitam que ele indique o melhor equipamento a ser adquirido pelo produtor de acordo com suas necessidades.



Faça você mesmo

Agora que você entendeu a Conceituação e Normalização das Máquinas Agrícolas e sabe que existe uma norma oficial aplicada a elas, escolha um cultivo identificando e classificando, conforme a NB-66, os equipamentos que são utilizados na propriedade nessa área de produção.

Faça valer a pena

1. Na busca do entendimento e padronização dos tipos, modelos, aplicações, nomenclatura das máquinas e implementos agrícolas, as comunidades envolvidas na sua fabricação, comercialização, utilização e também na importação e exportação, consensualizaram quanto a necessidade de regramento dos itens citados por meio de um órgão oficial.

Que entidade foi designada para este fim?

- a) Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- b) Associação Baiana de Normas Técnicas.
- c) Associação Britânica de Normas Técnicas.
- d) Associação Brasiliense de Normas Técnicas.
- e) Associação Brasileira de Notas Técnicas.

2. Segundo a classificação ABNT- NB-66, qual o conceito de “Máquina Agrícola”?

- a) É um motor diesel.
- b) É um sistema mecânico, com movimento próprio ou induzido, em sua forma mais simples, cujos órgãos componentes não apresentam movimentos relativos.
- c) É um implemento em sua forma mais simples, o qual entra em contato direto com o material trabalhado, acionado por uma fonte de potência qualquer.
- d) É uma máquina projetada para realizar integralmente ou coadjuvar a execução da operação agrícola.
- e) Possui, em sua estrutura básica, órgãos ativos que permitem realizar apenas uma operação agrícola.

3. Da classificação ABNT-NB-66, qual o conceito de “Implemento Agrícola”?

- a) É um motor de combustão interna.
- b) Sistema mecânico, com movimento próprio ou induzido, em sua forma mais simples, cujos órgãos componentes não apresentam movimentos relativos.
- c) Implemento em sua forma mais simples, o qual entra em contato direto com o material trabalhado, acionado por uma fonte de potência,

como, por exemplo, um motor.

d) Equipamento projetado especificamente para realizar integralmente ou coadjuvar a execução da operação agrícola.

e) Possui, em sua estrutura básica movida a motor, órgãos ativos que permitem realizar, simultaneamente ou não, várias operações agrícolas.

Seção 1.3

Segurança no trabalho e normas de segurança no uso de máquinas e implementos agrícolas

Diálogo aberto

Olá estudante!

Acreditamos que o andamento de nosso trabalho esteja lhe proporcionando novos conhecimentos e aguçando ainda mais sua curiosidade pela mecanização, certo?! Evoluindo em nossos estudos, vamos nesta etapa, tratar de Segurança no trabalho e Normas de Segurança no Uso de Máquinas e Implementos Agrícolas. Neste tema, iremos abordar um assunto de extrema importância referente especialmente ao operador – que é a razão das preocupações na execução de qualquer atividade agrícola, principalmente quanto a utilização de máquinas, implementos e ferramentas, uma vez que exigem extremo cuidado no seu manuseio.

Relembre que Douglas sempre conviveu com um sistema de produção onde a mão de obra era essencialmente braçal e utilizava tração animal para desenvolver as atividades da propriedade. A propriedade passou ainda por períodos de estrangulamento, especialmente em momentos cruciais como plantio e colheita, pois o tempo para realização dessas atividades muitas vezes era curto e era necessário considerar as condições climáticas que poderiam ser adversas e prejudiciais.

Então Douglas já com a decisão tomada de elaborar um projeto de mecanização adequado à propriedade de sua família e conhecendo a história, perspectivas da mecanização, classificação e normalização, questiona-se o que mais é necessário para que a realização das atividades que envolvem que os maquinários agrícolas sejam conduzidos corretamente.

Douglas não possui trator na sua propriedade e está interessado em aprender mais o funcionamento dessa máquina. Pensando nisso, ele se propôs a participar de um dia de campo com seu vizinho, João. Ao participar das atividades rotineiras na propriedade de João, Douglas presenciou um acidente que ocorreu quando um dos funcionários feriu sua perna ao utilizar a enxada para capina. Ao observar o ocorrido, ele refletiu se haveria alguma maneira de prevenção e se esta seria aplicável a acidentes com maquinários agrícolas.

Conhecer e aplicar as Normas de Segurança no trabalho referentes ao uso de máquinas, implementos e ferramentas agrícolas é o novo desafio de Douglas. Sendo assim, alguns questionamentos são ressaltados, como: Nas atividades manuais, existem Normas de Segurança a serem seguidas? De quem é a responsabilidade de conhecer e fazer cumprir as Normas de Segurança em uma propriedade? Em quais etapas do trabalho da mecanização as Normas devem ser observadas?

Não pode faltar

O intenso e constante crescimento do setor agropecuário, a nível nacional e internacional, tem exigido o estabelecimento de padrões de produção com o uso de tecnologias de ponta. Por consequência, cada vez mais a mecanização tem sido utilizada como estratégia para atender as altas demandas por alimentos e produtos. Dessa forma, o uso intenso da mecanização e das tecnologias agregadas estão implícitas nas mudanças que ocorrem no processo de trabalho atualmente.

O setor de produção agropecuário exige trabalhos que vão do simples uso de ferramentas manuais a complexas máquinas de colheita ou beneficiamento, porém, em qualquer situação as pessoas envolvidas estarão expostas a riscos de acidentes. Por exemplo, ao realizar uma capina há riscos tais como exposição excessiva ao sol, poeira, eventualmente chuvas, lesões causadas pela própria ferramenta, até mesmo pelo ataque de animais peçonhentos presentes no campo. Se o trabalho for com máquinas, os riscos serão potencialmente maiores. Dessa forma, é importante que sejam adotadas **Normas de Segurança** para evitar riscos relacionados ao ambiente de trabalho, à manutenção das máquinas e ferramentas e ao próprio ser humano.

Com o objetivo de **Normatizar Segurança e Saúde no Trabalho** nas atividades relativas ao grande setor da agropecuária, foi editada a Portaria nº 86, do Ministério do Trabalho e do Emprego, de 3 de março de 2005, publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 4 de março de 2005¹, aprovando a **Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho, na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura, a Norma Regulamentadora nº 31 (NR-31)** (BRASIL, 2005)².

¹BRASIL. Portaria nº 2.546, de 14 de dezembro de 2011. Altera a redação da Norma Regulamentadora nº 31. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, DF, 2011. DOU, de 16/12/2011 - Seção 1 - p. 207-216. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

²Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr31.htm>>. Acesso em: 31 mar. 2016.



Assimile

A **NR-31** possui vários objetivos e entre os principais está a garantia que os funcionários consigam exercer suas atividades em boas condições que incluem segurança, conforto e minimização de riscos visando a preservação da saúde e integridade física dos trabalhadores rurais.

A Portaria nº 2.546, de 14 de dezembro de 2011, publicada no DOU de 16 de dezembro de 2011, alterou a redação da Norma Regulamentadora nº 31, item 31.12, relativo à Segurança no Trabalho em Máquinas e Implementos Agrícolas (BRASIL, 2011).



Pesquise mais

A atividade profissional exige constante atualização no que diz respeito à legislação pertinente à área de atuação profissional, por isso, é de suma importância que você se mantenha informado. Acompanhe e pesquise mais sobre o assunto acessando o conteúdo disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr31.htm>>. Acesso em: 15 maio 2016.

Aplica-se também ao trabalhador a lei específica nº 5.889/73, de 8 de junho de 1973, segundo a qual define: o **empregado rural** como toda pessoa física que presta serviços de natureza não eventual ao empregador rural, sob a dependência deste e mediante salário, em propriedade rural ou prédio rústico. Já o **empregador rural** é a pessoa física ou jurídica, proprietário ou não, que explora atividade agroeconômica, em caráter permanente ou temporário, diretamente ou por meio de prepostos e com auxílio de empregados (BRASIL, 1973).

O fomento da crescente modernização da agropecuária está relacionado à busca constante em atenuar o árduo trabalho na terra e conseqüentemente influencia na crescente necessidade de utilização de máquinas, visando facilitar o trabalho e obter maior produção agrícola. Essas máquinas podem facilitar o trabalho e melhorar a produção, entretanto, certamente irão causar efeitos negativos como o aumento no número de acidentes relacionados à função, principalmente se não houver orientação sobre regras básicas de operação, medidas de segurança e prevenção de acidentes.

Existem referências na literatura afirmando que a utilização intensa de máquinas agrícolas ampliou consideravelmente os riscos aos quais estão sujeitos os trabalhadores rurais, e mais de 60% das mortes ocorridas em acidentes de trabalho no setor agropecuário são conseqüências da mecanização agrícola (SILVA; FURLANI, 1999).

A rotina de trabalho diária expõe o trabalhador a uma série de **riscos relacionados ao ambiente de trabalho** que no caso da agropecuária estão diretamente relacionados à exposição intensa ao ar livre e a áreas descobertas, aos produtos químicos como fertilizantes agrotóxicos, combustíveis e lubrificantes. São necessárias medidas preventivas para que problemas relacionados a esta exposição sejam minimizados ou eliminados, como: utilização de vestuário, adequado como chapéu, camisa de mangas longas, botina com solado antiderrapante, de preferência com biqueira de metal, protetor solar, luvas de proteção ao manusear produtos químicos, combustíveis e lubrificantes, máscara respiradora para proteção da poeira, óculos de proteção quando necessário e abafadores de ouvido.

Alguns riscos são tratados de forma específicas face ao alto índice de danos causados aos trabalhadores, dentre estes está o ruído – exposição quase que permanente no trabalho com máquinas e implementos. A NR-15 apresenta limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes (em dB – decibéis), ou seja, para uma máxima exposição diária permissível³.

Outro setor tratado com especificidade é o dos agroquímicos, também chamados de defensivos agrícolas e/ou agrotóxicos, produtos utilizados na agropecuária com diversos objetivos que podem causar danos ao trabalhador, aos animais e ao meio ambiente. Segundo o Decreto nº 98.816 de 11/01/1990, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)⁴, o armazenamento de praguicidas deve obedecer às normas nacionais vigentes, sendo observadas as instruções fornecidas pelos fabricantes, bem como as condições de segurança explicitadas no rótulo e bula. A ABNT tem estabelecido regras para o armazenamento adequado de praguicidas, visando à garantia da qualidade dos produtos, bem como à prevenção de acidentes por meio da norma NBR-9843 – Armazenamento de agrotóxicos. Legislações locais, inclusive de municípios, muitas vezes estabelecem detalhes, especialmente quanto à localização dos armazéns de produtos perigosos. O receituário agrônomo é a prescrição da orientação técnica de uso do agroquímico (defensivo agrícola e/ou agrotóxico) por um profissional capacitado e legalmente habilitado, especificamente os agrônomos.

³NR-15 e escala de valores permitido de dB – decibéis. Disponível em: <<http://icna.org.br/sites/default/files/relatorio/RelatorioAgronegioFevereirol.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

⁴Regulamenta a Lei nº 7.802, de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/110541/decreto-98816-90>>.



Pesquise mais

No link disponível em: <<http://www.andefedu.com.br/publicacoes/manuais>> (acesso em 14 dez. 2016.), da Associação Brasileira de Defesa Vegetal (ANDEF) são disponibilizados gratuitamente os Manuais de Tecnologia de Aplicação, Boas Práticas no Uso de EPIs, Transporte de Produtos Fitossanitários, Armazenamento de produtos Fitossanitários, Boas Práticas de Aplicação de produtos Fitossanitários e Boas Práticas Agrícolas no Campo. Pesquise mais e entenda melhor todos estes procedimentos que são importantes e requerem muita atenção no seu cumprimento sob pena de sérios riscos ao meio ambiente, à manutenção dos maquinários e aos seres vivos, inclusive ao homem.

Em relação aos riscos encontrados, a correta manutenção dos maquinários agrícolas, as indústrias têm como obrigação fornecer juntamente com cada equipamento o que se convencionou chamar de “Manual de Instruções de Uso e Funcionamento”, onde são colocadas todas as informações técnicas sobre a constituição, o funcionamento, o emprego, a limitação de uso, a manutenção e a regulagem das máquinas ou implementos. Então, originou-se a “1ª Norma de Segurança no Uso de Máquinas e Implementos Agrícolas” – antes de colocar em funcionamento o equipamento, é preciso ler e entender o seu Manual de Instruções, para só depois utilizar a máquina, o implemento e até algumas ferramentas.



Atenção

No Código Brasileiro de Trânsito⁵, no capítulo IX, artigo 96, o trator é considerado um veículo automotor de tração. Dessa forma, torna-se obrigatório o uso do cinto de segurança entre outros acessórios, é exigida a habilitação “Categorias C” do operador para trafegar em vias públicas, desde que elas permitam o trânsito de tratores.

Algumas medidas fundamentais para a segurança no trabalho relacionadas à mecanização agrícola são, por exemplo: o uso de macacão de brim para o trabalho com máquinas e implementos; o uso de botina com solado antiderrapante para que os pés não escorreguem ao acionar os pedais de freio ou embreagem; nunca utilizar roupas largas, especialmente nos braços e pernas, para evitar acidentes em

⁵Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

eixos e polias.

Antes de subir no trator, devemos dar uma volta completa em volta dele verificando se não existe nenhum empecilho, animal ou mesmo pessoas ao redor, além de fazer uma verificação visual para certificar-se da inexistência de vazamentos de qualquer espécie, pneus com problema de pressão, peças soltas ou danificadas, bem como correias. É importante saber que jamais pode-se colocar o motor em funcionamento em ambientes fechados, pois os gases liberados pelo escapamento são tóxicos.

Desça do trator de costas com as mãos nos apoios e os pés nos degraus, este procedimento evita quedas por falta de apoio. Se for necessário o uso de ferramentas em trabalhos de manutenção no trator ou transportá-las, coloque-as em local próprio (caixa), nunca soltas sobre o trator, pois podem causar acidentes à máquina e ao operador.

O trânsito de tratores em rodovias é proibido pelo Código Brasileiro de Trânsito, se for necessário deslocar um trator por esse tipo de via, o transporte deverá ser feito por meios apropriados. Jamais se desloque com um trator em velocidades excessivas, tratores não têm suspensão, qualquer desnível pode provocar acidentes. Ao conduzir um trator por estradas, mantenha os pedais de freios unidos pela trave e perfeitamente regulados, pois ao acionar somente um pedal ou estando eles desregulados (um lado mais alto que o outro), o trator pode se deslocar mais para um dos lados provocando acidentes. Lembre-se também que os tratores, na maioria das vezes, possuem um único assento, portanto só admitem uma pessoa, não sendo indicado o transporte de passageiros.

Mantenha a plataforma do operador e os degraus livres de graxas, lama ou sujeira evitando assim escorregões e possíveis lesões (Figura 1.4). O motor funciona usando combustível inflamável, portanto, não fume durante as tarefas de manutenção e operação. Detectando qualquer vazamento, de combustível ou de outro fluido, pare e desligue o motor para sanar o problema, pois combustíveis e fluidos hidráulicos são inflamáveis e o funcionamento do motor produz calor o que pode gerar um incêndio.

Figura 1.4 | Risco de acidente com lama, graxa ou outros fluidos



Fonte: <http://manuals.deere.com/omview/OMRE172065_63/DX_SERV_63_17FEB99_1.htm>. Acesso em: 15 maio 2016.

As manutenções exigem que o motor esteja desligado, com os freios de estacionamento acionados, se for necessário elevar o trator, utilize calços, não dependa apenas dos macacos hidráulicos e use as ferramentas adequadas, não improvise. Nunca faça reparos nas mangueiras e conexões do sistema hidráulico quando estiver sob pressão ou com o motor funcionando (funcionando, um jato sob pressão pode atingi-lo e provocar lesões na pele e/ou olhos).

Jamais remova a tampa do radiador quando o motor estiver funcionando e evite remover quando o motor estiver quente, espere esfriar, utilize um pano e abra primeiro o estágio de segurança para que haja a despressurização do radiador para só depois abrir totalmente.

Para abastecer deve-se desligar o motor, não fumar, manter-se a uma distância segura do local de abastecimento, gases tóxicos são liberados no abastecimento. Ao concluir, fechar corretamente o tanque de combustível para que não haja vazamentos. É importante que não se encha totalmente o tanque de combustível para evitar que derrame.

Recomenda-se abastecer o tanque de combustível ao final do dia de trabalho para evitar a condensação do vapor d'água e consequente acúmulo dentro do tanque dificultando o funcionamento do motor e danificando componentes do circuito de combustível.

Cuidado especial com a bateria, pois a solução eletrolítica é corrosiva e inflamável, evite provocar faíscas ou contato da solução com a pele. Para remover os cabos da bateria retire primeiro o cabo negativo e depois o positivo. Ao conectar, proceda a operação inversa, isto evita descarga e consequente formação de faíscas.

Tome especial cuidado em relação ao peso quando utilizar implementos acoplados ao sistema de levante hidráulico de três pontos, pois especialmente os tratores 4 x 2, com tração apenas nas rodas traseiras, têm o peso distribuído em 40% no eixo dianteiro e 60% no traseiro e isto pode fazer com que o trator levante a frente perdendo parcial ou totalmente a aderência e dirigibilidade.

A barra de tração é o ponto mais baixo do trator, destinada a efetuar o reboque ou tracionar pesos com os implementos de arrasto. Jamais utilize outro ponto do trator para este fim. De modo geral, estabelece-se que a carga máxima de um trator deve ser igual ao seu próprio peso. Jamais utilize carga maior sob pena de perda total de controle da máquina.

Quando formos fazer a acoplagens (engate) de implementos, especialmente que possuam **eixo cardã**, acoplados à **tomada de potência (TDP)**, devemos desligar o motor, quando ligado devemos utilizar sua proteção própria e evitar a aproximação destes (Figura 1.5).

Figura 1.5 | Cuidados com a TDP



Fonte: <https://www.deere.co.uk/en_GB/docs/services_and_support/operator_manuals/manuals/OMLVU17940_L5e/OMLVU17940_L5e/Output/OMLVU17940_L5e7.html>. Acesso em: 15 maio 2016.

Deve-se desligar a TDP quando não estiver sendo utilizada e colocar o seu protetor. Não utilize pinos improvisados para unir eixos cardã, utilize sempre os originais.



Vocabulário

Tomada de Potência (TDP) – eixo que transmite rotação do motor através do sistema de transmissão do trator para um eixo cardã ou polia para acionamento de outra máquina ou implementos. Ex.: roçadeira, motobomba para irrigação e outros.

Eixo cardã – eixo que liga a TDP ao implemento ou motor para ser acionado, possui em suas extremidades engate fresado pino trave com cruzetas universais.

Além do exposto, é importante ressaltar que ainda existem os **riscos diretamente relacionados a fatores humanos** que têm sido apontados como a causa de inúmeros e graves acidentes no trabalho com máquinas e implementos agrícolas. Dentre outros fatores estão: falta de atenção, fadiga (cansaço), preocupação com problemas alheios ao trabalho causando desatenção, falta de treinamento ou desconhecimento da atividade ou do equipamento operado. Além destes, podemos apontar ainda os chamados fatores fisiológicos, tais como: conflitos pessoais (confusões e incertezas na mente do indivíduo), tragédia pessoal (a perda de um amigo ou parente), problemas interpessoais (dificuldades no serviço, normalmente, problemas de relacionamento com colegas e/ou chefia), insegurança ou introversão (impedem o indivíduo de solicitar informações que seriam úteis à prevenção de acidentes).

Sem medo de errar

Conforme apresentado na situação-problema, conhecer, entender e observar as Normas de Segurança no trabalho com máquinas, implementos e ferramentas agrícolas é o desafio posto a Douglas. Sendo assim, alguns questionamentos são ressaltados, como: Nas atividades manuais existem Normas de Segurança a serem seguidas? De quem é a responsabilidade de conhecer e fazer cumprir as Normas de Segurança em uma propriedade? Em quais etapas do trabalho da mecanização as Normas devem ser observadas?

As observações que Douglas fez ao presenciar o acidente ocorrido podem proporcionar a ele o conhecimento que em qualquer atividade realizada em uma propriedade, seja com o uso de ferramentas ou com maquinários, exige cuidados (normas) que devem ser seguidos sob risco de acidentes. No caso apresentado, uma enxada foi capaz de causar uma lesão a um funcionário por este não estar equipado com os itens de segurança necessários, como calçado adequado e perneira de aço. Além disto, o acidente pode ter ocorrido também pela falta de informação de como manejar adequadamente a ferramenta ou por fatores relacionados ao próprio funcionário, como falta de atenção ou condição de saúde afetada.

Dessa forma, nota-se que existem normas de segurança que incluem não apenas o uso de máquinas, mas o manuseio de implementos e ferramentas. Isso inclui a leitura dos manuais pertinentes a essas ferramentas para que seu uso seja seguro ao trabalhador rural e a atividade tenha a eficiência esperada.



Lembre-se

A legislação pertinente impõe responsabilidades ao proprietário, ao técnico responsável pela assistência técnica, se for o caso, e ao trabalhador, com aplicação de penalidades de acordo com o grau de gravidade da pena cometida.

Em se tratando de cuidados para evitar acidentes ou danos aos equipamentos, é importante que tenhamos clareza que em todas as atividades e etapas, ou melhor, desde o planejamento da atividade devemos prever a observância dos cuidados relativos à segurança com tudo e todos que envolvem a tarefa, o não cumprimento das normas de segurança pode trazer consequências graves ao trabalhador (como cortes, torções, pancadas e intoxicação); aos animais (como atropelamento e intoxicações) e ao meio ambiente (como contaminação com produtos químicos - fertilizantes, agrotóxicos, combustíveis e lubrificantes).

As recomendações do fabricante em consonância com a legislação pertinente deixam bem claras as normas de segurança, o grau de responsabilidade das partes envolvidas, bem como a abrangência destas, desde as atividades mais simples, como capinas manuais, passando pelas que utilizam a tração animal até as atividades que utilizam equipamentos de alta sofisticação, com pulverização com autopulverizadores e uso de aviões agrícolas.

Importante ressaltar que o proprietário, assim como o trabalhador, deve conhecer e cumprir as normas de segurança para prevenir acidentes e contribuir com o bom andamento dos trabalhos.

Avançando na prática

A agricultura familiar e as normas de segurança

Descrição da situação-problema

A produção em uma pequena propriedade de 20 ha por uma família de quatro pessoas, chamada no Brasil de agricultura familiar, tem dois objetivos básicos: o primeiro é a produção de alimento para subsistência do grupo familiar e o segundo é comercializar o excedente.

Esses agricultores contam apenas com a tração animal e a mão de obra familiar. Como esses trabalhadores rurais poderiam adotar medidas de segurança nas suas atividades rotineiras? Lembre-se de que existem legislações específicas para cada perfil nas quais você deverá pautar suas orientações.

Mãos à obra e bom trabalho!

Resolução da situação-problema

É importante que ao fazer a aquisição de máquinas e ferramentas, o produtor exija do fornecedor o "Manual de Instruções de Uso e Funcionamento" de qualquer equipamento que adquirir, para que as pessoas que irão ter contato com o item adquirido, especialmente as que irão operá-lo, leiam e entendam seu funcionamento, os cuidados relativos ao seu uso e como proceder na manutenção dessas máquinas.

Conhecer, entender, orientar, colocar em prática e/ou cobrar o cumprimento das normas de segurança fazem parte das responsabilidades do dono da propriedade e do responsável técnico, no caso da situação-problema. É de fundamental importância o acompanhamento da legislação pertinente que está constantemente sendo atualizada para atender as novas especificações e necessidades do trabalhador, da máquina e do meio ambiente.

As recomendações do fabricante em consonância com a legislação pertinente deixam bem claras as normas de segurança, o grau de responsabilidade das partes envolvidas, bem como a abrangência destas, desde as atividades mais simples como capinas manuais passando pelas que utilizam a tração animal até as atividades que utilizam equipamentos de alta sofisticação com pulverização pelo uso de autopulverizadores e uso de aviões agrícolas.

Faça valer a pena

1. Em qualquer atividade agrícola realizada é necessário que sejam adotados critérios para evitar danos ao equipamento utilizado ou acidentes com o operador. Por isso, devemos observar todos os cuidados pré, durante e pós-realização das atividades agrícolas.

Com base no exposto, podemos conceituar as Normas de Segurança como:

- a) Conjunto de procedimentos que são necessários em algumas situações no campo, não sendo obrigatórias.
- b) Conjunto de procedimentos visando a saúde e segurança do trabalhador, segurança dos animais e meio ambiente na execução de um trabalho.
- c) Conjunto de procedimentos para garantir maior lucro ao trabalhador.
- d) Atividades que proporcionam maior responsabilidade aos trabalhadores, sendo esses os únicos responsáveis pelos acidentes que ocorrem.
- e) Conjunto de normas para dar maior número de horas de descanso aos trabalhadores.

2. A Portaria nº 86, do Ministério do Trabalho e do Emprego, de 3 de março de 2005, publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 4 de março de 2005, aprovou a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho, na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura.

Sobre o exposto, qual é esta norma?

- a) NR-33
- b) NB-43
- c) NR-31
- d) NR-13
- e) NB-66

3. NR-31 prevê uma série de objetivos a serem alcançados que possuem um propósito principal.

Qual propositivo principal da NR-31?

- a) Aumentar os turnos de trabalho dos trabalhadores rurais.
- b) Aumentar as horas de repouso dos trabalhadores rurais.
- c) Permitir que os trabalhadores rurais trabalhem também nas áreas urbanas.
- d) Dobrar os horários de trabalho dos trabalhadores rurais e urbanos.
- e) Estabelecer normas que proporcionem maior segurança nas atividades agrícolas.

Seção 1.4

Perspectivas da mecanização agrícola: agricultura de precisão

Diálogo aberto

Olá estudante!

O assunto que abordaremos agora irá demonstrar o quanto a mecanização desempenha um papel de importância no aumento da produção de alimentos que é, sem dúvidas, um dos fatores que influencia na qualidade de vida da população mundial.

Os avanços constantes na busca por aumento da produtividade, sempre com a primícia de utilização racional do solo, levaram à utilização de novas técnicas e instrumentos que permitissem melhor administrar as variações do solo (fertilidade) e variações no comportamento das plantas (produtividade). As ferramentas que permitiram o desenvolvimento desta modalidade de agricultura foram os microprocessadores, aparelhos de posicionamento global (GPS) acoplados às máquinas agrícolas permitindo levantar dados cuja tabulação cumulativa possibilita a aplicação dosada e localizada de insumos. A evolução deste processo, incluindo novos instrumentos especialmente desenvolvidos para tal, foi chamada de "Agricultura de Precisão".

Relembrando a história de Douglas, ele sempre conviveu com um sistema de produção onde a mão de obra era essencialmente braçal. Com a utilização da tração animal eram encontradas grandes dificuldades na execução de atividades, especialmente em momentos cruciais como plantio e colheita, pois o tempo para realização dessas atividades muitas vezes era curto e tinham que ser consideradas as condições climáticas que poderiam ser adversas.

Douglas visitou uma feira de mecanização em sua cidade e pôde verificar a evolução da pesquisa e as inovações advindas das tecnologias para a agricultura, dentre elas a Agricultura de Precisão (AP). Naquele momento, refletiu como poderia ser eficiente sua produção caso conseguisse implantar tais técnicas em sua propriedade. Entretanto, um amigo de Douglas, também estudante, o desanimou,

dizendo que a Agricultura de precisão era indicada somente para grandes áreas e que não se adequaria à pequena produção que ele mantinha. Como futuro profissional da agronomia, você concorda com o amigo de Douglas? Ele poderá agregar a seu projeto novas perspectivas com as tecnologias propostas pela AP? Como isso poderia ser feito?

Nesta seção você vai mergulhar no universo da Agricultura de Precisão como estratégia para redução de custos e aumento de eficiência e produtividade no campo. Preparado?!

Não pode faltar

A agropecuária brasileira tem buscado estar em sintonia com todos os mercados (internos e externos), valendo-se de todos os meios de comunicação para manter-se atualizada de todas as evoluções tecnológicas e de mercado que possam trazer benefícios ao seu desenvolvimento.

Com o crescimento e conseqüente evolução da informática, novas tecnologias na área de geoprocessamento (tratamento de informações geográficas ou de dados georreferenciados⁶, por meio de softwares específicos), sistemas de posicionamento global (Sistema de posicionamento por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição), assim como informação horária sobre quaisquer alterações nas condições atmosféricas, em qualquer lugar na terra, têm proporcionado condições para que o agricultor possa utilizar essas informações em benefício de sua produção, antevendo possíveis fenômenos meteorológicos como chuvas intensas, períodos de seca prolongados e possibilidade da incidência de chuva de granizo.

Por outro lado, essas tecnologias estão possibilitando aos agricultores outra visão técnica da atividade agrícola ao buscar o aumento de produção e produtividade dentro da propriedade de acordo com suas características próprias, que podem ser exploradas, de forma específica ou mais generalizada, tratando cada espaço/ área de acordo com suas peculiaridades e necessidades.

Na busca desses novos aplicativos, o agricultor encontrou o que se convencionou chamar de "Agricultura de Precisão", o caminho para colocar em prática os novos

⁶Georreferenciamento é o mapeamento de um imóvel rural referenciando os vértices de seu perímetro ao Sistema Geodésico Brasileiro, definindo sua área e sua posição geográfica. Serve para a regularização registral dos imóveis rurais, segundo a nova legislação (Lei nº 10.267/01 e Decretos nos 4.449/02 e 5.570/05). Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/Conceito.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

dispositivos em favor da atividade de produção agrícola.

Conceitualmente, Agricultura de Precisão (AP) é um **sistema de gerenciamento** agropecuário que se baseia em variação temporal e espacial de uma área (unidade de produção) e tem como objetivo principal o aumento no retorno econômico, sustentabilidade e minimização da utilização de máquinas e aplicação de fertilizantes, considerando que esta será feita de acordo com a necessidade real, sem excessos que possam contaminar o ambiente. Isto se coloca como de extrema importância à garantia da competitividade e sustentabilidade do chamado agronegócio do nosso país.

Em termos práticos, é um sistema que envolve a obtenção e processamento de informações detalhadas e georreferenciadas sobre as áreas de cultivo agrícola, visando definir estratégias de manejo mais eficientes, em especial, o uso racional de insumos.

A partir do final da década de 80 devido aos avanços e ao crescimento do uso dos sistemas de posicionamento geográfico, sistemas de informações geográficas, surgimento do GPS "*Global Positioning System*" traduzido como "Sistema de Posicionamento Global" e do desenvolvimento da informática.

O nome "Agricultura de Precisão" foi dado na Europa no final dos anos 1990 e nos Estados Unidos nos anos 1991. Além disso, outro evento importante que acelerou o crescimento da AP foi a liberação do sinal de GPS nos anos 2000⁷.

No Brasil, o AP teve início em meados dos anos 1995 aplicada às máquinas agrícolas, acoplando-se a elas receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) que posteriormente receberam sofisticados computadores de bordo com sistemas que possibilitaram a geração de "Mapas de Produtividade"⁸. Neste mesmo ano chegaram ao Brasil os primeiros aviões agrícolas equipados com "Barras de Luz", o que dispensou o uso de sinalizadores (bandeirinhas) que eram trabalhadores que sinalizavam onde seria a próxima passada de aplicação feita pelo avião.

Com o objetivo de congrega as entidades da área de AP e mediar as tomadas de decisão da área, em 2012 foi criada pelo Governo Federal a "Comissão Nacional de Agricultura de Precisão", constituída por entidades representativas da área de AP.

⁷Até meados de 2000 o departamento de defesa dos EUA impunha a chamada "disponibilidade seletiva", que consistia num erro induzido ao sinal do GPS, impossibilitando que aparelhos de uso civil operassem com precisão inferior a 90 metros.

⁸Coleta de dados de produção e produtividade da safra passada dando-lhes o devido tratamento produzindo um mapa que permite identificar na área tratada a variação dos níveis de produtividade para que na safra seguinte tenha tratamento diferenciado no que diz respeito à dose de fertilizante, mais onde produziu mais e menos onde produziu menos.

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar é colhida manualmente e o emprego do fogo sempre foi um facilitador desta operação. No processo de queima da cana ocorre a liberação de dióxido de carbono e de outros gases, que potencializam o chamado “Efeito Estufa”, além da fuligem que incomoda os moradores da proximidade da lavoura.

A principal justificativa da queimada antes do corte era a otimização do trabalho, pois, nestas condições, cada trabalhador poderia cortar até 12 toneladas de cana por dia e sem a queimada não passava de 6 toneladas por dia. Com a proibição gradual da prática de queimada a partir dos anos 2000, houve um grande investimento na colheita mecanizada.

Uma colhedora produz em média o equivalente a 100 homens e pode trabalhar 24 horas. Além de não ser necessária a queimada, contribui para o controle de plantas invasoras, controle de pragas, aumenta a ciclagem de nutrientes através da decomposição dos restos da cultura e eleva a quantidade de micronutrientes existentes na terra.

A principal desvantagem é a eliminação de grande número de postos de trabalho, colocando muitos trabalhadores fora da atividade. Em função da necessidade do emprego muito grande de máquinas, é o setor que mais se desenvolveu no uso da AP, onde encontramos as maiores amostras de áreas georreferenciadas para o “Mapa de Fertilidade” do solo e posterior aplicação de corretivos e fertilizantes a taxas variáveis. Foi também neste setor que teve início o uso do “Sistema de Direção Automática” (Piloto Automático).

No Brasil, a AP praticada é principalmente destinada ao gerenciamento de aplicação de corretivo e fertilizante com base na amostragem de solo em grade. Esta técnica ao ser realizada é o mesmo que olharmos somente para o solo (“Mapa de Fertilidade”), podemos dizer que é uma técnica simples que se resume em definir a área, amostrar o solo, analisar os resultados e elaborar o Mapa de Fertilidade pronto para o agricultor utilizar.



Refleta

Qual ou quais as vantagens de conhecer a Agricultura de Precisão? Esta tecnologia é importante para o crescimento da produção e produtividade da agricultura?

Embora seja uma prática que olha apenas para o solo, o seu emprego traz resultados positivos permitindo que sejam identificadas as deficiências de corretivos incluindo fósforo (P) e potássio (K). Estes elementos são estáveis no solo e são disponibilizados gradualmente às plantas, portanto, quando fazemos a correção em uma safra possivelmente na próxima não será necessária sua reposição, então não teremos resultados positivos como resposta à oferta desses elementos. Esta constatação levou produtores a busca de novas informações para que continuem evoluindo e otimizando cada vez mais a produção e principalmente a produtividade.

Estudos nos informam quais nutrientes e em que quantidade média cada cultura necessita durante seu ciclo, muito embora não sejam dados precisos, pois dependem de outros parâmetros relacionados à constituição físicoquímica, à profundidade e compactação do solo, à topografia, ao volume de chuvas durante o ciclo dentre outros. Com o objetivo de contribuir com as informações relativas à quantidade de nutrientes que as plantas extraem em cada ciclo, estão sendo usados recursos tecnológicos que medem a produção e a produtividade da cultura na última safra que resulta no que é chamado de “Mapa de Produtividade”, esta ferramenta permite observar também a planta.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG)⁹ compila os dados e os calcula, estes mesmos procedimentos podem ser adotados para outros nutrientes que a cultura utiliza durante seu ciclo produtivo.

Comparativamente, o Mapa da Produtividade é muito mais confiável do que utilizar simplesmente o Mapa de Fertilidade, pois a primeira repõe os nutrientes retirados pela cultura durante seu ciclo deixando o terreno preparado para a próxima cultura.



Assimile

As duas principais estratégias da Agricultura de Precisão são: **Mapa de Fertilidade** –focado no solo e **Mapa de Produtividade** – focado na cultura plantada.

⁹O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um conjunto de sistemas de software e hardware capazes de produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, tendo como produto final mapas temáticos, imagens de satélites, cartas topográficas, gráficos e tabelas.

A Agricultura de Precisão atua sob a ótica da “Variabilidade Espacial”, que são variações na cultura e nas características do solo sobre a profundidade, fertilidade, textura, topografia, vigor das plantas, população de pragas (plantas invasoras, pragas e doenças), e da “Variabilidade Temporal”, que diz respeito à mudança das coisas em decorrência do tempo, como textura do solo (devagar), matéria orgânica (devagar), NO_3 (rápida), conteúdo de água (rápida).

Para que seja possível coletar com precisão os dados a serem analisados a fim de obter um produto (Mapa) com as variabilidades no talhão e aplicá-las em conformidade, é necessário o GPS que oferece sinal de localização-padrão. Outros equipamentos de precisão são utilizados, tais como: equipamento de orientação *Lightbar Auto-steer* (barra de luz), monitor de produtividade, controladores (vazão, volume, altura de barra, umidade de grão, velocidade de deslocamento, direção, taxa variáveis de sementes, entre outros), sensores remotos (aéreos ou imagens de satélite) e *on-the-go* (sensoriamento remoto e aplicação).

Práticas da agricultura de precisão:

1 Amostragem – Pode ser utilizado qualquer meio que permita eficiência no processo de coleta das amostras. É primordial que as amostras sejam georreferenciadas, ou seja, tenha-se precisão de onde cada uma foi retirada.

1.1 Início do processo de amostragem – Inicialmente temos que elaborar o mapa de contorno que deverá ser feito com o auxílio de GPS e fazer um arranjo para expor exatamente de onde será retirada cada amostra, isto significa elaborar um Mapa de Amostras. É importante que sejam retiradas subamostras de cada ponto que pode ser 5, 6, 7...11 ou 12, o número depende das características de cada ponto, feito isto produz-se uma amostra composta.

1.2 Análise do solo – As amostras deverão ser identificadas com segurança para que não haja a possibilidade de erro do ponto de onde foram retiradas. Posteriormente, elas serão enviadas para análise em laboratório idôneo que irá efetuar as análises e formular a indicação de corretivos e fertilizantes a ser aplicado em cada ponto. Estes dados irão alimentar um programa computadorizado que estima os valores de onde não foi amostrado dentro de cada ponto, a isto chamamos de Interpolação.

Elaborado o Mapa de Fertilidade, para que o processo se concretize, temos que ter o equipamento aplicador que é composto basicamente de uma máquina aplicadora de corretivo equipada com um GPS e sensores ligados à CPU onde foi introduzido o mapa com as recomendações ponto a ponto para que o trabalho de aplicação possa ser realizado.



Assimile

Partindo do conceito de que AP é o gerenciamento da produção, considerando que a lavoura não é uniforme e que os solos nunca são iguais, concluímos que a primeira providência é conhecer estas diferenças e isto é possível através da definição de cada área de cultivo, contornos, fazer a amostragem considerando esta desuniformidade, coletando o maior número de amostras e de subamostras para obter amostras compostas, formando o que se chama de Mapa de Fertilidade. Mas só isto não basta, pois necessitamos do Mapa de Produtividade para que possamos repor o que a planta retirou em seu ciclo anterior.

A necessidade ou não de N (nitrogênio) pode ser resolvida já que a necessidade da planta é medida em tempo real e a aplicação acontece de acordo com a carência do momento. A medição é feita através de sensores colocados à frente da máquina que emitem um fecho de luz num comprimento de onda definido jogado sobre as plantas, esta luz é refletida e captada pelos sensores que estão calibrados para interpretar e definir o nível de necessidade de "N" a ser aplicado naquelas plantas, essa mensagem é transmitida para sensores no aplicador que executam a ordem aplicando mais ou menos desse elemento químico.



Exemplificando

A Agricultura de Precisão apresenta formas diferentes de abordagens, porém sempre objetivando o emprego de estratégias para solucionar os problemas da desuniformidade das lavouras e, na medida do possível, tirar proveito dessa situação. São práticas que podem ser aplicadas em diferentes níveis de complexidade e também com objetivos diferentes. Atualmente no Brasil, a aplicação da Agricultura de Precisão é principalmente focada na aplicação de fertilizantes e corretivos a taxas variáveis, porém não podemos esquecer que a Agricultura de Precisão é também um sistema de gestão que considera a variabilidade espacial das lavouras em todos seus aspectos: produtividade, solo (características físicas, químicas, compactação), infestação de ervas daninhas, doenças e pragas, aí então necessitamos de outra ferramentas, como o Mapa de Produtividade, para podermos repor os nutrientes retirados pela planta na safra passada de forma efetiva.

Além da deficiência de mão de obra especializada, custos altos dos componentes (controladores), outro gargalo da aplicação em taxas variáveis é a utilização de adubo formulado (NPK).

Ao contrário do que muitos podem pensar, apesar da tecnologia adotada, a agricultura de precisão não é somente focada às grandes propriedades ou acessível apenas a latifundiários. Ela é possível também aos pequenos agricultores, com o apoio das empresas de pesquisa, especialmente a Embrapa, através da Rede de Agricultura de Precisão, que apoia a elaboração de projetos adequados à realidade dessas propriedades.



Pesquise mais

Você poderá encontrar mais informações sobre as aplicações da agricultura de precisão acessando o Canal da Rede Agricultura de Precisão da Embrapa no YouTube, disponível em: <<http://www.youtube.com/redeapvideos#p/u/4/Tw2pPNWSRcg>>. Acesso em: 24 out. 2016.

Também é possível encontrar mais informações no link: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2>>. Acesso em: 24 out. 2016.

Outra tecnologia que ampliou a AP foi o desenvolvimento dos Pilotos Automáticos que no Brasil a grande vantagem é o "Controle de tráfego" isto significa que a máquina retorna ao mesmo lugar (rastro) na safra seguinte, incluindo todas as operações, quais sejam, a semeadura, a pulverização e a colheita passam no mesmo lugar do ano anterior.

A tecnologia de Pilotos Automáticos permite velocidades maiores do que aquelas que se fazem sem este equipamento, especialmente em algumas operações, como pulverização e plantio, desde que os mecanismos dosadores pneumáticos permitam.



Faça você mesmo

Procure em livros ou na internet, nos sites específicos que tratam de Agricultura de Precisão, outras aplicações na área de agropecuária. Enumere as áreas em que a AP pode ser aplicada além das citadas, por exemplo, controle de pragas, plantas daninhas, irrigação. Sua aplicação na pecuária para gerenciar o plantel, cruzamentos, nascimentos e ganho de peso de animais.

Sem medo de errar

Agora que você conhece melhor os objetivos da Agricultura de Precisão, poderá responder os questionamentos apresentados na situação-problema.

Com a evolução da pesquisa e as inovações advindas das tecnologias da Agricultura de Precisão, Douglas poderá agregar a seu projeto novas perspectivas buscando retirar o máximo de produção da propriedade, com racionalização de custos, aplicando as tecnologias propostas pela AP. Para otimizar o processo, ele deveria estudar a possibilidade de utilização da Agricultura de Precisão na sua propriedade verificando como poderia implementar em toda a área de produção ou em etapas identificando os pré-requisitos, vantagens e desvantagens, bem como o custo operacional, em especial a necessidade de qualificação da mão de obra utilizada na propriedade.

De posse dessas informações pode-se concluir que a AP proporciona condições para qualquer agricultor, independentemente do tamanho da área de produção disponível, podendo adequá-la à sua realidade e com isto buscar o máximo de produção e produtividade. Isso será possível elaborando-se os mapas de fertilidade e produtividade, que proporcionarão economia no uso de corretivos e fertilizantes, pois serão aplicados na quantidade certa no local preciso. Para que estes resultados sejam alcançados é necessário rigor na elaboração, implementação e avaliação do projeto a ser executado na propriedade, não esquecendo a preparação adequada da mão de obra.

A aplicação de corretivos e fertilizantes em taxas variáveis (Mapa de Fertilidade) e controle sobre a produção (Mapa de Produtividade) nos dão informações concretas sobre o que ocorreu nas safras anteriores, sinalizando qual local da lavoura produziu mais ou menos, permitindo tomada de decisão baseada em dados reais sobre o que e onde plantar e se é viável plantar, pois produções muito baixas onde recebeu a mesma dose de corretivo e fertilizante pode nos indicar a inviabilidade de plantio.

Com base nestas constatações, podemos afirmar que Douglas terá sucesso com a implementação da AP desde que tenha precisão na execução do projeto.



Atenção

Os conhecimentos de Agricultura de Precisão irão auxiliar Douglas de forma eficiente para que ele possa começar a elencar quais ações podem se adequar à sua propriedade mesmo que conclua não ser possível a integralidade desta. Monitoramento da fertilidade através de análises sistemáticas de solo cujas amostras devem ser representativas e avaliar a produção e produtividade para investir mais onde produz mais estão entre as ações que podem ser implementadas.

Avançando na prática

Agricultura de precisão aplicada à pecuária de corte

Descrição da situação-problema

O Brasil está entre os maiores exportadores de carne do mundo, carne de aves, suínos e especialmente bovinos. O mercado de animais de corte, especialmente carne, nacional e internacional, exige padrão de qualidade que vai além do apresentado pelo produto final. Para que se atinja este padrão, regras devem ser seguidas com fiscalização permanente, especialmente do comprador.

O controle começa na produção de alimentos, fornecido no cocho e pastagens, no controle de sanidade (vacinação e vermifugação), pela raça e seleção desta, no manejo geral de produção e reprodução, no ponto ideal para abate, transporte e recepção no abatedouro, nas técnicas de abate, na higiene durante a manipulação das carcaças, inclusive no embalagem, resfriamento, congelamento e expedição da carne.

Vamos nos deter somente na área de bovinos. Como utilizar a agricultura de precisão, inicialmente na produção de alimentos, especialmente milho e pastagens, e monitorar as demais etapas da criação conforme citado acima?

Resolução da situação-problema

O conhecimento de todas as variáveis relativas à AP, sua vantagens e desvantagens, possibilita a aplicação desta tecnologia para qualquer agricultor, independentemente do tamanho da área e do tipo de produção, podendo adequá-la à prática da AP e com isto buscar o máximo de produção e produtividade.

Por outro lado, necessitamos de procedimentos rigorosos de controle da produção, mapeando todos os seus dados relativos, tais como: análises de solo, correções do solo, identificação da cultura e variedade, época de plantio, condições de plantio, tratamentos culturais executados, incluindo controle de pragas e doenças com identificação destas e intensidade de ataque, caso haja, monitoramento da colheita para identificar as variações de produção na área.

Faça valer a pena

1. Na busca de novos aplicativos, o que o agricultor convencionou de "Agricultura de Precisão".

Podemos dizer que Agricultura de Precisão é caracterizada como:

- a) Sistema de gerenciamento agropecuário que se baseia em variação temporal e espacial de uma área.
- b) Sistema de gerenciamento industrial que se baseia em variação temporal e espacial.
- c) Sistema de gerenciamento comercial que se baseia em variação temporal e espacial.
- d) Sistema de gerenciamento de transporte que se baseia em variação temporal e espacial.
- e) Sistema de gerenciamento naval que se baseia em variação temporal e espacial.

2. Onde há registros dos primeiros estudos sobre Agricultura de Precisão?

- a) Brasil
- b) Argentina
- c) Estados Unidos
- d) Chile
- e) Itália

3. No ano de 1995 chegaram ao Brasil os primeiros aviões agrícolas equipados com “Barras de Luz”.

Qual o benefício desta tecnologia com relação à mão de obra?

- a) Aumentou a necessidade de mão de obra.
- b) Diminuiu a mão de obra, dispensou o uso de bandeirinhas (trabalhadores para sinalizar).
- c) Manteve a mesma necessidade.
- d) Não se tem informação sobre esta necessidade.
- e) Duplicou a necessidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. ABNT/CB-203 - Comitê Brasileiro de Tratores, Máquinas Agrícolas e Florestais**. São Paulo: ABNT, 2011. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb-203>>. Acesso em: 15 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira – 2016**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 4 mar. 2016.

BRASIL. **Lei nº 5.889, 8 de junho de 1973**. Estatui normas reguladoras do trabalho rural. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5889.htm>. Acesso em: 6 jun. 2016.

_____. **Portaria nº 2.546, de 14 de dezembro de 2011**. Altera a redação da Norma Regulamentadora nº 31. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília: Presidência da República Casa Civil, 2011. DOU, de 16 dez. 2011 - Seção 1 - p. 207-216. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 2 mar. 2016.

_____. **Portaria nº 86, de 3 de março de 2005**. Aprova a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília: Presidência da República Casa Civil, 2005. DOU, de 4 mar. 2005. Disponível em: <<http://icna.org.br/sites/default/files/relatorio/Relat%C3%B3rio%20Agroneg%C3%B3cio%20-%20Fevereiro%20-%20diagramado%20-%20final.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2016.

CONTAG – Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura. **Norma Regulamentadora Específica para a Área Rural**. [s/d.]. Disponível em: <<http://www.contag.org.br/imagens/Assalariados/Ass-NR-31Especifica-AreaRural.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

GUIA TRABALHISTA. **Normas Regulamentadoras – Segurança e Saúde do Trabalho**. Disponível em: <<http://guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLASO, F. A. **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MONTEIRO, L. A. **Operação e Manutenção de Tratores Agrícolas**. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Laboratório de Investigação com Máquinas Agrícolas. 2012. Disponível em: <http://www.lima.ufc.br/arquivos_

pdf/20140108105947.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2016.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume: Fapesp, 1998.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009. Disponível em: <<http://uc.socioambiental.org/agrobiodiversidade/agrobiodiversidade-e-direitos-dos-agricultores>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

SILVA, J. M.; NOVATO-SILVA, E.; FARIA, H. P.; PINHEIRO, T. M. M. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 10, n. 4, p. 891-903, 2005.

SILVA, J. R., FURLANI NETO, V.L. Acidentes graves no trabalho rural: II – Caracterização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JUNIOR, A. M. **Evolução Histórica da Indústria de Máquinas Agrícolas no Mundo**: origens e tendências. Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, junho de 2010.

Motores a combustão interna: componentes e funcionamento

Convite ao estudo

Estamos iniciando mais uma etapa do nosso estudo em que juntos vamos procurar atender às expectativas para compreender ainda mais sobre máquinas e mecanização agrícola. Partindo do princípio de que tudo foi criado na busca permanente de agregar novas tecnologias às máquinas e implementos agrícolas, temos no motor a explosão interna o ápice destas criações e da busca de desenvolvimento.

A situação que se põe é você como profissional de uma empresa de venda e assistência técnica de máquinas e implementos agrícolas. Você foi especialmente contratado para orientar os clientes (agricultores) interessados na aquisição de máquinas e implementos agrícolas quanto ao tipo correto para cada etapa da produção. Neste sentido, é necessário que você tenha, primeiramente, conhecimento de como ocorre o funcionamento das máquinas, principalmente dos motores a explosão interna. Quais são os tipos de motores? Qual é a sua constituição básica? Quando e onde utilizar cada um deles?

Parte do seu trabalho de orientar os produtores é também elaborar um cronograma de manutenção preventiva para cada um deles, identificando e definindo quais ações devem ser tomadas sobre os problemas mecânicos em um trator.

O objetivo do aprendizado será proporcionar conhecimento sobre a estrutura e o funcionamento dos motores e elaborar um cronograma de manutenção preventiva da máquina em consonância com o Manual de Funcionamento e Uso que obrigatoriamente a acompanha, em que deverão constar revisões diárias antes do funcionamento do motor, lubrificações dos pinos graxeiros, verificação de nível de óleo do motor,

transmissão, água do radiador, ajustes de folgas de correias, embreagem e freios, verificação de vazamentos e possíveis peças soltas.

Muito bem, mãos à obra! Utilize também seus conhecimentos já adquiridos para embasar suas decisões.

Seção 2.1

Motores de combustão interna: estruturas e funcionamento

Diálogo aberto

Olá, aluno!

Entre os objetivos do nosso estudo está o de conhecer mais sobre a origem dos motores que teve início com os precursores Nikolaus August Otto, em 1876, com o motor de explosão interna, e posteriormente com Rudolf Diesel, em 1893, com o motor diesel. Estudaremos, nesta seção, os aspectos que dizem respeito aos motores de combustão interna, seus sistemas e as relações entre os elementos que os compõem para seu perfeito funcionamento.

Imagine você como profissional de uma empresa de assistência técnica está sendo especialmente contratado para atuar na área de mecanização agrícola e tem como responsabilidade profissional orientar os clientes (agricultores) interessados na aquisição de máquinas e implementos agrícolas.

No desenvolvimento do setor de Máquinas e Implementos agrícolas, a grande diversidade de oferta de produtos e o alto custo desses equipamentos exige que o produtor, bem como você, como agrônomo responsável, tenha alguns critérios na seleção do equipamento correto para cada etapa da produção agrícola, realizando uma análise detalhada da necessidade do equipamento, levando em consideração a sua finalidade.

Agora, seu desafio inicial é orientar seu primeiro cliente. O agricultor está interessado na aquisição do equipamento e questiona: Quais os tipos de motores? Quais os fatores que devem ser levados em consideração para a escolha do tipo correto para a atividade que irá desenvolver na propriedade? Quais os cuidados básicos de manutenção preventiva necessários de serem aplicados a estes motores?

A consolidação de competências no processo de ensino e aprendizagem para desenvolver habilidades relacionadas à compreensão e utilização dos motores de combustão destinando a eles devidos cuidados, tanto de manutenção quanto de

operação, são objetivos a serem alcançados. Aproveite esta oportunidade e faça deste momento um diferencial no desenvolvimento de potencialidades para suas atividades profissionais.

Não pode faltar

Entender a mecanização agrícola significa obrigatoriamente estudar a origem e a evolução dos motores, dos quais existem registros desde o ano de 1652 como a primeira ideia de construção de um motor com aproveitamento da força expansiva dos gases feita pelo Padre Hautefoille. Em 1680 Huygens propôs um motor a pólvora que funcionava com cilindro e pistão. Já Dênis Papim descreveu e desenvolveu o funcionamento de uma máquina a vapor com pistão, enquanto a patente de um motor de combustão com mistura de ar e gás foi obtida por Phillip Leben. Embora as descobertas fossem ocorrendo no decorrer dos anos, ressalta-se que o primeiro motor de combustão com mistura de ar e hidrogênio a funcionar com sucesso foi atribuído a Cecil.

A concretização da ideia de construir uma máquina utilizando o benzeno como combustível veio de Nikolaus August Otto, comerciante de nacionalidade alemã, em 1876, a partir de um conjunto mecânico de pedal e manivela, muito utilizado em serviços braçais e em bicicletas, colocados em um ambiente fechado no qual uma mistura de ar e combustível pudesse explodir e gerar força e movimento. O mecanismo foi projetado e construído para trabalhar em um ciclo de quatro tempos, enquanto o eixo daria duas voltas completas (720°), o embolo que transita dentro de um cilindro ligado a este eixo faria duas descidas e duas subidas, por isso a convenção motor de quatro tempos.

A constituição básica dos primeiros motores (carte, bloco e cabeçote) é a mesma encontrada nos motores de hoje. Conceitualmente, motor é uma máquina destinada a converter qualquer forma de energia (térmica, elétrica, hidráulica etc.) em energia mecânica. No caso dos motores de combustão interna, há transformação de energia térmica (queima de combustível) em energia mecânica (rotação) = combustível + ar comprimido + combustão (gera energia térmica transformada em energia mecânica) = trabalho (movimento).

Otto se associou ao engenheiro Eugen Logen e fundou a N. A. Otto & Cia, primeira fábrica de motores de combustão do mundo. Em 1893, Rudolf Diesel, engenheiro alemão, inventou o tipo de motor que hoje leva seu nome: motor diesel. Após algumas dificuldades para financiar seu projeto, construiu um motor que explodiu após a primeira injeção de combustível. Entretanto, depois de mais de quatro anos de estudos e experimentos conseguiu um motor operacional.

A diferença básica entre seu motor e o de Otto é a forma de misturar o ar com o combustível e a ignição do motor:

- No diesel a ignição é por compressão.
- No ciclo Otto, por centelha elétrica.

Na década de 1880 vários avanços foram feitos nos sistemas de injeção e carburação dos motores, estando ao final de 1890 disponíveis os primeiros motores a gasolina para automóveis.

O início da exploração comercial do petróleo (1859) impulsionou o uso de combustíveis líquidos, o que facilitou o armazenamento e contribuiu de forma decisiva para o desenvolvimento dos motores de combustão.



Pesquise mais

Os motores a diesel equipam a maioria das máquinas agrícolas, especialmente tratores dos mais diversos tamanhos e potências, isto se justifica pelo menor consumo de combustível e pela maior resistência. Para saber mais sobre o motor diesel, vantagens e desvantagens do seu uso, e também sobre seu inventor, Rudolf Diesel, acesse: <<http://www.dw.com/pt-br/1893-patenteado-motor-a-diesel/a-445843>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Com o advento da 2ª Guerra Mundial, as dificuldades de se obterem combustíveis derivados do petróleo foram agravadas e com isto foram buscadas outras formas de acionamento dos motores, assim popularizaram-se os pequenos gaseificadores móveis chamados de gasogênios.

A indústria automecânica está em constante evolução na busca de melhoria da qualidade e eficiência dos motores, buscando mudanças importantes nos projetos e na operação dos motores de combustão, principalmente na necessidade de controle das emissões e otimização do consumo de combustível.

Nesse sentido, muitas pesquisas estão voltadas para o desenvolvimento por novas formas de energia, retomando e aperfeiçoando os estudos com novos combustíveis, principalmente os biocombustíveis provenientes da **biomassa**, como o **etanol**, o **biodiesel**, entre outros.



Vocabulário

Biomassa – Qualquer matéria de origem vegetal, utilizada como fonte de energia.

Biodiesel – É uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Pode ser usado em carros e qualquer outro veículo com motor Diesel. Fabricado a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona), é um combustível que emite menos poluentes que o diesel.

Etanol – Nome técnico do álcool etílico combustível, pode ser produzido a partir de várias matérias-primas, como milho, trigo, beterraba e cana-de-açúcar. Trata-se de uma fonte de energia natural, limpa, renovável, sustentável e mais democrática do que os combustíveis fósseis.

Originalmente, os motores ciclo Otto (quatro tempos) possuem componentes fixos e móveis responsáveis pela transformação da energia resultante da queima dos combustíveis em movimento rotativo (trabalho) e componentes complementares, que respondem pelas condições favoráveis para que o processo seja realizado de forma contínua e eficiente.

Os principais componentes ou partes fundamentais, segundo Mialhe (1980), são responsáveis pelo fornecimento das condições favoráveis para que o processo de transformação da energia química dos combustíveis nos motores se realize de forma eficiente e contínua.

O motor de combustão interna se divide em componentes fixos e móveis:

Componentes fixos do motor:

Bloco do motor – É considerado a principal estrutura ou corpo do motor, nele, direta ou indiretamente, são acoplados os componentes do motor.

O bloco é usado para permitir a passagem do óleo e da água que farão parte dos sistemas de lubrificação e de arrefecimento, respectivamente, e da montagem dos demais componentes que serão acoplados a ele: árvore do comando de válvulas, cabeçote, cárter, entre outros.

Nos motores refrigerados a ar os cilindros são separados e circundados por aletas cuja finalidade é aumentar a superfície de transferência de calor para a parte externa do motor.

Cabeçote – Tem a função de tampar os cilindros, formando a câmara de combustão na parte superior do bloco do motor. Nele, ocorrem altas pressões por conta do pistão que comprime a mistura, no caso do ciclo Otto, ou o ar, nos motores de ciclo Diesel.

Cárter – Parte inferior do bloco que cobre os componentes inferiores do motor e serve de depósito para o óleo lubrificante.

Componentes móveis ou acessórios do motor:

Válvulas – Componentes metálicos responsáveis pela vedação da abertura de admissão do ar e pela vedação dos orifícios de saída dos gases da combustão. Existem dois tipos de válvulas: válvulas de admissão e válvulas de escape.

Conjunto responsável pelo acionamento das válvulas: tucho e haste que o interliga ao balancim, apoiando-se diretamente sobre a válvula.

Eixo do comando de válvulas – O eixo de cames, ou comando de válvulas, é um eixo que tem ressalto ou excêntricos destinados a agir sobre os elementos impulsionadores das válvulas, dos balancins, da haste e dos tuchos em tempos precisos. A forma e a posição dos cames determinam, diretamente, as características de potência e de regime do motor.

Pistão – É responsável por transmitir e ampliar a energia resultante da expansão dos gases após a combustão. É a parte móvel da câmara de combustão, recebe a força de expansão dos gases queimados transmitindo-a à biela por intermédio de um pino de aço (pino do pistão). Geralmente apresentam três canaletas para alojamento dos anéis de vedação e de lubrificação.

Os pistões ou êmbolos em movimento definem seu curso pelo deslocamento máximo superior e máximo inferior: Ponto Morto Superior (PMS) e Ponto Morto Inferior (PMI). No momento da explosão, ele recebe um impulso de mais ou menos 20.000 N (2.000 kg) 30 vezes por segundo. Sua temperatura sobe a 350°C no centro da cabeça e cerca de 150 a 200°C na extremidade final da saia.

Anéis de segmento – São montados nos pistões que trabalham em contato com as camisas. Apresentam três funções básicas: a vedação da compressão e combustão, o controle do óleo lubrificante e a transferência do calor para o sistema de arrefecimento.

Bielas – Braço de ligação entre os pistões e o eixo de manivelas; recebem o impulso dos pistões, transmitindo-o ao eixo de manivelas ou virabrequim. O conjunto biela-virabrequim transforma o movimento retilíneo dos pistões em movimento rotativo do virabrequim.

Bronzinas ou casquilhos – Casquilhos ou bronzinas são buchas bipartidas, geralmente trimetálicas, de aço-cobre-estanho, que diminuem o atrito entre o eixo e seu apoio, suportando cargas elevadas. As bronzinas possuem orifícios que facilitam a lubrificação.

Virabrequim – O virabrequim também é conhecido por Eixo de Manivelas (EDM) ou Árvore de Manivelas (ADM). É o eixo motor propriamente dito, recebendo ainda as bielas que lhe imprimem movimento.

A linha de eixo é o conjunto de munhões, pontos fixos de assentamento dos mancais de fixação no bloco, nos quais gira o virabrequim apoiado no bloco do motor.

Os moentes são as partes do virabrequim onde se apoiam as bielas. O interior do virabrequim contém ainda dutos especiais por onde circula o óleo necessário à lubrificação dos mundões e dos moentes.

Volante – O volante destina-se a regularizar e equilibrar a rotação do virabrequim. No momento da explosão, o volante absorve a energia desenvolvida e a restitui nos tempos não motores.

Mancais – Utilizados para reduzir o atrito e servir de apoio às partes móveis giratórias do motor, aos moentes e aos munhões. Dividem-se em: fixos, alojados nos munhões e no bloco do motor; e os móveis, montados nos moentes e bielas.

Motor – é uma máquina destinada a converter qualquer forma de energia, térmica, elétrica, hidráulica, química e outras, em energia mecânica. Os motores de combustão interna realizam a transformação de energia térmica proveniente da combustão ou queima do combustível em energia mecânica.

Tipos de motores: aspiração da mistura ar-combustível (**Ciclo Otto**) que posteriormente promove a combustão pela queima da mistura através de uma faísca; motores que aspiram apenas o ar e, logo após a compressão, é realizada a pulverização do combustível que promove a queima do ar de admissão (**Ciclo Diesel**).



Assimile

Os motores de combustão interna são classificados quanto à utilização em:

- **Estacionários** – destinados ao acionamento de máquinas estacionárias, tais como: geradores elétricos, moto bombas ou outras máquinas que operam em rotação constante.
- **Industriais** – destinados ao acionamento de máquinas agrícolas ou de construção civil: tratores, carregadeiras, guindastes, compressores de ar, máquinas de mineração, veículos de operação fora de estrada, acionamento de sistemas hidrostáticos e outras.
- **Veiculares** – destinados ao acionamento de veículos de transporte em geral, caminhões e ônibus, inclusive aeronaves.
- **Marítimos** – destinados à propulsão de barcos e máquinas de uso naval.

Propriedade da admissão: Ciclo Otto – admite (1º tempo) a mistura ar mais combustível, comprime (2º tempo) a mistura, a ignição é por centelha produzida pela vela de ignição, ocorrendo a explosão (3º tempo) (Ignição por Centelha Elétrica – ICE). **Ciclo Diesel** – admite (1º tempo) somente ar, comprime (2º tempo), a explosão é por compressão da injeção de combustível (3º tempo) (Ignição por Compressão – ICO).



Atenção

Os componentes básicos dos motores a explosão interna a gasolina, álcool e diesel são os mesmos, o que os diferencia é que nos dois primeiros a explosão é provocada por centelha elétrica e o último por compressão (injeção de combustível).

O movimento do pistão pode ser alternado (Ciclo Otto e Ciclo Diesel) e rotativo (Wankel). As fases dos ciclos de trabalho são de dois (2) tempos e de quatro (4) tempos. O número de cilindros pode ser monocilíndrico e policilíndricos, dispostos em linha, em "V", opostos ou radiais.



Refleta

Entendendo os princípios de funcionamento dos motores a explosão interna, existem vantagens do motor a diesel em relação ao motor a gasolina? É importante que você tenha clareza sobre essas diferenças, quanto às vantagens ou desvantagens entre eles.

Sistemas complementares ou acessórios dos motores: proporcionam as condições necessárias para que o processo de transformação da energia interna dos combustíveis em trabalho mecânico se realize de forma eficiente e contínua. Os sistemas complementares são:

Sistema de alimentação de ar: é projetado para suprir o motor de ar limpo (oxigênio) em quantidade que garanta o melhor rendimento do combustível durante o processo de explosão e, conseqüentemente, o funcionamento do motor. Envolve a admissão do ar, filtragem, participação na combustão e exaustão ou escapamento dos gases para o meio exterior. O sistema pode ser **aspiração natural**, turbo alimentado e o turbo alimentado com pós-arrefecimento (*Intercooler*).



Atenção

Para aprofundar seus conhecimentos sobre turbo compressores, sugerimos que você acesse o conteúdo disponível em: <<http://folhaagricola.com.br/artigo/manutencao-de-motores-turbo-compressor>>

Sistema de alimentação de combustível: é responsável pela garantia de abastecimento de combustível nos motores através de seus componentes. Para motores de ciclo Diesel, o combustível é injetado nos cilindros no momento exato, na quantidade certa, com pressão recomendada e isento de impurezas. Nos motores de ciclo Otto, a mistura (ar + combustível) é introduzida na câmara de combustão.



Assimile

Entender o princípio de funcionamento do sistema de injeção de combustível dos motores diesel é fundamental. Para saber mais sobre estes componentes, sua estrutura e funcionamento, especificamente da bomba injetora, que tem papel fundamental nestes motores acesse o conteúdo disponível em: <http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_3.html>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Os motores com gerenciamento eletrônico funcionam com um sistema de alimentação de combustível controlando eletronicamente a mistura de ar e combustível.

Sistema de arrefecimento: tem o objetivo de impedir temperatura elevada, ou seja, controla a temperatura ideal dentro da faixa de operação do motor.

Tipos: "arrefecimento a ar" e "arrefecimento a água". A água pode ser tipo termostático (motores estacionários) e forçado por bomba.

No sistema de arrefecimento a ar, os cilindros do motor (às vezes, também, o cárter) possuem aletas que aumentam a superfície de contato com o ar, permitindo melhor troca de calor com o meio. A circulação do ar pode ser natural, apenas com o deslocamento do veículo, ou por ventilação forçada, de um ventilador ou turbina acionada pelo motor.

Sistema de lubrificação: as peças móveis do motor submetidas ao atrito geram

calor e desgastes, necessitando continuamente de lubrificantes entre as superfícies de contato.

As funções dos lubrificantes (óleos minerais ou sintéticos) são as de lubrificar, dissipar o calor, vedar, limpar e reduzir o ruído do motor.

A lubrificação interna dos motores é feita sob pressão, imersão, salpico e por gravidade. Nos motores de dois tempos, o óleo lubrificante é misturado ao combustível, esses motores não possuem cárter (depósito de óleo lubrificante do motor).

Sistema elétrico: o sistema elétrico em um motor com ciclo Otto é fundamental, pois este não funciona sem energia elétrica para proporcionar a centelha elétrica que irá provocar a queima dos combustíveis (explosão).



Exemplificando

O motor ciclo Diesel se diferencia dos demais pelo simples fato de não apresentar vela de ignição e distribuidor de energia, o que reduz significativamente o uso do sistema elétrico, tendo este a função principal de dar partida ao motor.

Sem medo de errar

A evolução da tecnologia usada nas indústrias de motores tem proporcionado aos agricultores a opção de escolha entre os mais diversos tipos e para variados tipos de uso. O mercado disponibiliza motores para qualquer tipo de trabalho, desde os mais simples, como corte de grama ou pasto, até os mais complexos, como acionamento de um gerador para produção de energia ou de uma motobomba para irrigação de alguma cultura, basta que tenhamos conhecimento das nossas necessidades de uso desses motores e da real importância em utilizá-los.

Orientando seu primeiro cliente, você explica a ele que entre os diversos tipos de motores existem os que possuem dois ou quatro tempos e que podem ser alimentados a gasolina, álcool ou diesel. Você o orienta que é necessário conhecer a estrutura e funcionamento para que possamos selecionar qual motor melhor se adapta às suas necessidades, considerando o regime de trabalho e viabilidade econômica (tipo de trabalho, duração diária, semanal e mensal), a potência necessária, a disponibilidade e os custos, além de manutenções preventivas necessárias, observando rigorosamente o Manual de Uso e Funcionamento e respeitando o período indicado para manutenções preventivas e corretivas, quando necessárias.

Outro fato importante para ser considerado é o aspecto assistência técnica, ou

seja, em caso de necessidade de reposição de peças, como identificar quais são necessárias e qual o período adequado para que isso ocorra? Muitas vezes um equipamento mais barato, mas que não dispõe de assistência técnica adequada, pode ter seu custo operacional aumentado em função do tempo que irá ficar parado aguardando peças de reposição.

A aplicação de motores nas atividades de uma propriedade rural é incontestavelmente especial considerando que é componente de praticamente todos os conjuntos motomecânicos utilizados em uma propriedade agropecuária, partindo dos mais simples, como aparadores de grama, roçadoras, motosserras, microtratores, tratores e colhedoras dos mais diversos tamanhos, entre outros. O conhecimento detalhado destes equipamentos deve estar em sintonia com o Manual de Uso e Operação que deve ser fornecido pelo fabricante juntamente com a máquina para que possamos atender às necessidades de manutenção preventiva recomendada tendo especial atenção em registrar o momento da execução de cada uma para que possamos ter garantia de que a próxima será no momento correto.



Faça você mesmo

Conhecendo a estrutura e funcionamento dos motores a explosão interna, diferencie o funcionamento dos motores a diesel, gasolina de quatro tempos e os de dois tempos. Existem diferenças de funcionamento dos motores alimentados a álcool e a gasolina? Pesquise mais acessando o conteúdo disponível em: <<https://salaodocarro.com.br/curiosidades/gasolina-x-diesel-x-alcool.html>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Avançando na prática

Motor a gasolina ou diesel: qual a melhor opção?

Descrição da situação-problema

Uma propriedade necessita de um motor para acionamento de um equipamento para manejo de plantas invasoras (plantas que concorrem em água, luz e espaço com a cultura) em um pomar de laranja. Considere que este controle deverá ser feito nas entrelinhas de plantio sem a necessidade de eliminação das plantas invasoras, mas apenas controle parcial (roçada rente ao solo). A área do pomar é de 0,5 ha, o espaçamento de plantio é de 3,5 metros entre linhas.

Na condição de agrônomo responsável pela propriedade e conhecendo o princípio de funcionamento dos motores a explosão interna de ciclo Otto e ciclo Diesel, qual é a sua indicação de equipamento e motorização para a finalidade proposta? Justifique tecnicamente sua indicação.

Resolução da situação-problema

A indústria motomecânica está em constante aprimoramento e melhoria da qualidade e eficiência dos motores que produz, buscando mudanças importantes nos projetos e na operação dos motores de combustão, principalmente quanto a necessidade de controle das emissões e otimização do consumo de combustível.

Deve-se ressaltar que o conhecimento da constituição de qualquer modelo escolhido possibilita entender o seu funcionamento, a importância que cada componente tem para que o conjunto possa funcionar de forma harmônica e eficiente possibilitando o máximo de rendimento com o mínimo de gasto. O conhecimento da constituição dos motores possibilita também entender por que é tão importante utilizarmos combustíveis de boa qualidade e utilizar os lubrificantes indicados pelo fabricante, executando as manutenções de acordo com a recomendação evitando assim desgastes prematuros e paradas em momentos em que o trabalho exige eficiência. Isto leva à necessidade de adoção de controles rigorosos de uso e registro do funcionamento do equipamento para que se execute as manutenções preventivas de acordo com a recomendação expressa no Manual de Uso e Funcionamento do Equipamento.

O mercado de máquinas agrícolas, atualmente, apresenta inúmeras marcas e modelos para todas as necessidades. Quando analisamos a necessidade de aquisição, inúmeras variáveis devem ser consideradas. Cada fabricante tem disponibilizado informações básicas de cada modelo de máquina em catálogos técnicos, sendo que as principais informações a serem consideradas são: de dois tempos são indicadas para atividades específicas, como os utilizados em aparadores de gramas, roçadoras costais e motosserras, entre outros. No caso da situação-problema, os de quatro tempos com alimentação a gasolina, álcool ou diesel têm as mais diversas potências e se adequam às variadas necessidades de aplicação.

Faça valer a pena

1. A constituição básica dos primeiros motores é a mesma encontrada nos motores de hoje.

Quais são esses componentes que fazem parte dos motores?

- a) Cárter, bloco e cabeçote.
- b) Cárter, roda e direção hidráulica.

- c) Cárter, pneus e ar condicionado.
- d) Bloco, cabine e sistema de som veicular.
- e) Cabeçote, direção e câmbio automático.

2. A concretização da ideia de construir uma máquina utilizando o benzeno como combustível, colocando-se os mecanismos em um ambiente fechado onde uma mistura de ar e combustível pudesse explodir e gerar força e movimento, foi um invento atribuído ao alemão Nikolaus August Otto em 1876.

Que mecanismo serviu de modelo para este invento apontado?

- a) A partir de mecanismos das rodas das carroças que eram deslocadas por meio da tração animal.
- b) A partir da marcha dos animais que eram utilizados como montaria.
- c) A partir de um conjunto mecânico de pedal e manivela muito utilizado em serviços braçais e nas bicicletas.
- d) Observando-se os movimentos dos carros de bois utilizados no transporte de mercadorias produzidas no campo.
- e) Observando-se o movimento do andar das pessoas em corridas.

3. No caso dos motores de combustão interna, a queima de combustível resulta em expansão dos gases acionando o cilindro.

Conceitualmente podemos dizer que o motor é uma máquina destinada a:

- a) A não converter energias e sim consumi-las.
- b) A converter somente energia térmica em trabalho.
- c) A apenas consumir combustíveis sem transformação de nenhum tipo de energia.
- d) A realizar apenas trabalhos sem converter em energia.
- e) Converter qualquer tipo de energia em energia mecânica.

Seção 2.2

Combustíveis e lubrificantes

Diálogo aberto

Olá, estudante!

A evolução nos leva a novos questionamentos e à busca de respostas para podermos continuar avançando no processo de construção do conhecimento em uma área que, com seus avanços, percebemos quanto é importante para o desenvolvimento da agricultura. Iniciando mais uma etapa de nosso estudo, temos que lembrar os conhecimentos anteriores sobre a estrutura e funcionamento dos motores a explosão interna e que cuidados importantes devem ser tomados para o seu perfeito funcionamento.

Agora que você já conhece detalhadamente a estrutura e funcionamento dos motores a explosão interna terá de aplicar todos os conhecimentos para proporcionar seu perfeito funcionamento. Lembrando que você, como profissional de uma empresa de assistência técnica, sendo especialmente contratado para atuar na área de mecanização agrícola, tem como responsabilidade profissional orientar os clientes (agricultores) interessados na aquisição de máquinas e implementos agrícolas.

O produtor que você orientou anteriormente precisa de um equipamento para irrigar uma área de 2 ha, além de efetuar a aplicação de fertilizantes via irrigação (fertirrigação). É importante ressaltar que não há disponibilidade de energia elétrica no local onde está instalada a área de produção, portanto não poderá ser motor com acionamento elétrico. Feita a escolha, você terá que indicar: qual o combustível mais adequado para o equipamento? Quais os lubrificantes que devem ser utilizados? Quando e como devem ser executadas as manutenções do sistema de alimentação (combustível)? E quando devem ser feitas as manutenções da lubrificação de óleos e graxas?

Para poder responder a estas questões, é preciso conhecer os tipos de combustíveis e lubrificantes, quando utilizá-los, quais as formas que melhor se adequam as suas necessidades, cuidados ao adquiri-los e como armazená-los de forma segura. Isto se faz necessário para que seja possível usufruir de todo o potencial que os motores podem oferecer na realização de serviços em sua propriedade.

Não pode faltar

A compreensão da estrutura e funcionamento dos motores a explosão interna possibilita que avaliemos a importância da utilização de combustíveis e lubrificantes de boa qualidade para que possamos garantir o perfeito funcionamento dos motores.

Os combustíveis são assim denominados como qualquer corpo cuja combinação química com outro resulte numa reação exotérmica, isto é, transformações que liberam calor. Para o motor a explosão interna isto é fundamental, pois é a expansão destes gases decorrentes da queima dos combustíveis que resultam em força para que o motor funcione.

Ao longo dos anos, muitas máquinas térmicas foram desenvolvidas, mas o motor a explosão interna é o mais utilizado e continua sendo aperfeiçoado até hoje. Depois dos motores a vapor e do uso da pólvora, foi com a descoberta do petróleo (em meados de 1800) e a possibilidade de extração de derivados, como a gasolina e o diesel, utilizando-os como combustível, que proporcionou o ápice das mudanças em um motor a combustão interna, substituindo o combustível de forma gasosa pelo combustível líquido.

O petróleo bruto ou cru é legado de um passado distante, pois trata-se de uma substância orgânica que se formou a partir de restos animais e vegetais que viveram há 50 milhões de anos ou mais. O **petróleo**, do latim *petroleum*, é a união das palavras *petrus* (pedra) e *oleum* (óleo) que significa literalmente **óleo de pedra**.

Ao longo da história a gasolina vem recebendo melhorias em suas características considerando que inicialmente era uma substância de alta resistência à combustão. A princípio, recebeu a adição de Chumbo-Tetra-Etílico (CTE), porém, mais tarde, regulamentações ambientais proibiram em muitos países a adição do CTE na gasolina, pois tratava-se de um composto altamente tóxico ao homem, animais e meio ambiente.

O Brasil, tendo por volta da década de 70 que importar quase todo o petróleo consumido e, com vastas áreas agricultáveis observou na cana-de-açúcar (matéria-prima do etanol) uma saída estratégica para diminuir sua dependência do combustível importado. Dessa forma, o governo brasileiro incentivou a utilização do etanol e a adição de até 20% de álcool etílico anidro na gasolina. Como estratégia de diminuir a dependência da gasolina, foi regulamentada a fabricação de veículos equipados com motores acionados exclusivamente a etanol. Nesta mesma época, a gasolina comercializada no Brasil passou a receber adição de até 26% de etanol. Em março de 2003 foram lançados no Brasil os motores bicombustíveis, ou seja, movidos a gasolina e a álcool, independente do percentual da mistura, chamados na época de "Total Flex", desde então esta tecnologia vem sendo utilizada por

praticamente todas as montadoras instaladas no país.

Atualmente, muitos veículos a diesel circulam pelo mundo, especialmente caminhões, ônibus, caminhonetes, entre outros. A história do uso desse combustível começou em 1893 quando Rudolf Diesel utilizou óleo de amendoim como combustível para acionamento de um motor a explosão interna. Atualmente é utilizado o óleo diesel resultante da destilação do petróleo exposto a temperaturas de 250 °C a 350 °C. A evolução desses motores tiveram início no final do século XIX, sendo que no século XX, aos poucos, o óleo vegetal foi sendo substituído pelo derivado de petróleo, chamado de óleo diesel.

Nos anos 70, devido ao aumento significativo do preço do petróleo em nível mundial, as pesquisas se voltaram novamente ao emprego dos óleos vegetais para uso no acionamento desses motores. Nos anos 90, as questões ambientais e a introdução do conceito de desenvolvimento sustentável e efeito estufa fizeram com que o investimento na pesquisa, produção e divulgação do biodiesel (extraído de vegetais, especialmente leguminosas como soja, amendoim, mamona entre outras), se espalhassem por todo o país por meio de feiras, encontros, seminários etc.

A mistura de óleo diesel e biodiesel é chamada de BX, onde B indica a mistura e o X corresponde à porcentagem em volume do biodiesel na mistura. Por exemplo, B2 quer dizer que a mistura corresponde a 2% de biodiesel e 98% de óleo diesel, já uma mistura que tem 5% de biodiesel e 95% de óleo diesel é chamada de B5, e assim por diante.



Pesquise mais

Atualmente, o mercado disponibiliza motores acionados por diversos tipos de combustíveis (gasolina, álcool, diesel, gás natural) ou mistura destes. Pesquise sobre as vantagens e as desvantagens de cada um, concluindo qual é o que mais se ajusta às necessidades de sua propriedade, acessando:

<<http://www.terranacombustiveis.com.br/noticias/clipping/vantagens-e-desvantagens-de-combustiveis-e-suas-comparacoes>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Os lubrificantes desempenham papel de suma importância no funcionamento dos motores, considerando que muitas peças trabalham movimentando-se, porém não podem ter folgas como os pistões dentro do cilindro, isto exige eficiência na lubrificação para que o desgaste por atrito seja o menor possível e não haja perda de pressão por ocasião do funcionamento do motor.

Os lubrificantes são fluidos e graxas utilizados nos motores, no sistema de

transmissão e outras partes que trabalham em contato e têm movimento, dos veículos automotores. Em um motor, o sistema de lubrificação tem a função de distribuir o óleo lubrificante entre as partes móveis com o objetivo de diminuir o desgaste e o ruído, além de auxiliar no arrefecimento do motor.

Os óleos lubrificantes nos motores de quatro tempos são armazenados no cárter e o fluxo é feito sob pressão através de galerias existentes no motor. Nos motores de dois tempos, o óleo lubrificante fica misturado com o combustível no tanque.

As funções dos óleos lubrificantes em um motor são de diminuir o atrito e o desgaste das partes que trabalham em contato; atuar como agente de limpeza, retirando resíduos da queima e partículas de metais resultantes do funcionamento do motor; auxiliar no seu resfriamento; impedir a passagem dos gases da câmara de combustão para o cárter, completando a vedação entre os anéis do pistão e a parede do cilindro; reduzir o ruído entre as partes em funcionamento; amortecer os choques e as cargas entre os mancais.



Atenção

Em 2003, tiveram início os primeiros estudos concretos para a criação de uma política do biodiesel no Brasil e, em dezembro de 2004, o governo lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Para saber mais sobre este assunto, acesse o conteúdo disponível em: saf-biodiesel/o-que-e-o-programa-nacional-de-producao-e-uso-do-biodiesel-pnpb. Acesso em: 30 jun. 2016.

Com o objetivo de atender as suas especificações de trabalho, os óleos lubrificantes são classificados quanto à viscosidade e qualidade, além de obedecerem à indicação do fabricante do motor. Os lubrificantes são classificados por órgãos ou entidades que visam orientar os usuários sobre as especificações de cada um deles. Essas classificações possuem nomenclaturas que devem ser entendidas pelo operador. As classificações mais comuns e utilizadas no Brasil são:

- Quanto à viscosidade – SAE (*Society of Automotive Engineers* – Sociedade dos Engenheiros Automotivos);
- Quanto ao tipo de serviço – API (*American Petroleum Institute* – Instituto Americano do Petróleo);
- Das graxas lubrificantes – NLGI (*National Lubricant Grease Institute* – Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes).



Assimile

Os motores a explosão interna não podem funcionar sem lubrificação sob pena de sofrerem sérios danos em seus componentes internos. Então é necessário utilizar o lubrificante conforme indicação do fabricante, além disso, efetuar as substituições sempre de forma correta e no momento adequado possibilita condições plenas de funcionamento e vida longa ao motor.

A viscosidade é a resistência que um óleo impõe ao seu escoamento, a informação vem estampada na embalagem, quanto maior o número, mais alta é a viscosidade do óleo. Geralmente os óleos de baixa viscosidade contêm aditivos anticongelantes, identificados pela letra “W” (Winter = Inverno); existem óleos monoviscosos (SAE-30) e também óleos multiviscosos (SAE 10W-40) que atendem às necessidades de uso dentro da faixa que o código especifica (SAE 10-20-30-40).

A classificação API indica onde o óleo lubrificante vai ser utilizado e o seu grau de qualidade. São estabelecidas categorias de serviços e lubrificação para motores de ciclo Otto (gasolina e álcool), de ciclo Diesel (óleo diesel e biodiesel) e para transmissões (câmbio, diferencial e reduções finais).

Para melhorar sua performance, os óleos lubrificantes recebem os chamados aditivos (melhoradores de qualidade): antioxidante, anticorrosivo, antidispersante (amplificador de viscosidade), detergentes e antiespumante. Como não existe uma determinação de quantidades desses aditivos uma boa prática é sempre utilizar óleos recomendados pelo fabricante do motor para evitar danos. Lembrando que a indústria disponibiliza no mercado óleos lubrificantes especificados para cada tipo de serviço (Classificação API) a que o motor será submetido.

Classificação (API) dos óleos de acordo com o regime de trabalho que os motores Ciclo Otto a gasolina, álcool, gás natural serão submetidos:

SB – Serviços médios;

SC – Serviços pesados e intermitentes;

SD – Serviços pesados e contínuos;

SE – Serviços muito pesados e velocidades elevadas e contínuas e;

SF – Serviços extremamente pesados em grandes velocidades.

Obs.: A partir de 2001 foram lançados os óleos com a classificação API-SL e API-SM com proteção contra borra e melhor desempenho contra o motor frio.



Exemplificando

Os óleos lubrificantes possuem diversas bases, podendo ser:

- De origem animal ou vegetal derivados de tecidos e órgãos animais, grãos, frutos e sementes conhecidos como óleos graxos.
- Derivados da mistura de hidrocarbonetos obtidos do petróleo, carvão ou xisto conhecidos como óleos minerais.
- Misturas entre dois ou mais tipos de óleos graxos e minerais conhecidos como óleos compostos.
- Produzidos em laboratório através dos processos de transformação das indústrias petroquímicas conhecidos como óleos sintéticos.
- Compostos por óleos minerais e sintéticos (óleos mistos).
- Derivados da recuperação de lubrificantes usados (bases reaproveitadas e novamente refinadas).

A indústria disponibiliza no mercado óleos lubrificantes especificados para cada tipo de serviço (Classificação API) a que o motor será submetido e assim identificado: óleos indicados para motores ciclo Diesel:

CC – Serviços moderados;

CD – Serviços pesados;

CF – Serviços pesados e proteção contra depósitos, corrosão e desgaste. Recomendado para motores que operem com diesel com elevado teor de enxofre;

CG – Serviço severo – óleo para motores de aspiração natural e turbo alimentado de alta pressão e baixa emissão de poluentes;

CH – Idêntico ao CG, porém com maior proteção contra desgaste e oxidação;

CI – Superior às categorias anteriores, proporciona maior proteção para os motores atuais, diminuindo o desgaste, a corrosão e baixa emissão de gases poluentes.

Óleo para transmissão (engrenagens): GL – 1; GL – 2; GL – 3; GL – 4 e GL – 5. Para que possamos escolher o óleo correto para o motor, devemos consultar o “Manual de Uso e Funcionamento”, que deverá trazer as indicações necessárias.

O óleo multifuncional é o lubrificante para trator equipado com freio úmido conjugado com o sistema de transmissão (hidráulico, câmbio, diferencial e

redutores) cuja identificação básica é 10W-30 / GL-4. É importante também a observação das recomendações do fabricante.



Refleta

Lembre-se que existem classificações dos óleos lubrificantes quanto à viscosidade, ao tipo de serviço a que se destinam, que recebem aditivos chamados de melhoradores de qualidade e que têm uma vida útil, isto é, a cada determinado tempo ou horas de uso devem ser substituídos. Será que é adequado trocar de marca do lubrificante a cada substituição? Utilizar óleo de viscosidades diferente das indicadas pode causar danos ao motor? Pense e pesquise sobre isto e esclareça estes pontos.

Para a lubrificação de pontos onde é indicada a graxa lubrificante, devemos observar a identificação do produto que é dada pela Classificação NGLI (*National Lubricant Grease Institute* – Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes). De acordo com a NGLI, as graxas classificam-se em: 000 (muito fluida), 00, 0 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (extremamente dura). Ainda de acordo com a classificação NGLI, o sabão utilizado na constituição da graxa pode ser de: cálcio, sódio, lítio e outros.

A graxa de uso agrícola mais recomendada é a de consistência número 2, de sabão de lítio (“multipurpose” ou múltipla aplicação), que reúne as características desejáveis, como resistência à umidade, poeira, variações de temperatura, altas rotações e trabalhos extremamente pesados.



Faça você mesmo

Como você deve ter percebido, a lubrificação dos motores é de suma importância para seu perfeito funcionamento. Para que tenha pleno conhecimento sobre estes produtos, complemente as informações dadas respondendo aos questionamentos a seguir:

O que são óleos lubrificantes de base sintética e qual sua aplicação?

O que é um óleo lubrificante mineral e qual sua aplicação?

O que pode acontecer ao motor se o óleo continuar em uso após o período de troca recomendado?

Sem medo de errar

A tecnologia agregada aos motores, independente do combustível utilizado, é cada vez maior e tem buscado alta eficiência, além do menor consumo de combustível e diminuição da poluição ambiental. No que diz respeito à poluição ambiental, a pesquisa não tem medido esforços na busca de estratégias para que sejam diminuídas ao máximo e tem encontrado nos biocombustíveis um aliado que tem demonstrado ser bastante eficiente. Em razão disto, as companhias processadoras de combustíveis têm investido no uso de combustíveis derivados da biomassa (biocombustíveis), como o etanol e o biodiesel, já com resultados positivos nos aspectos de emissão de menor quantidade de poluentes, na eficiência energética e no custo, considerando as nossas vastas áreas de produção agrícolas possibilitando explorar culturas de potencial energético como cana-de-açúcar, milho, girassol, canola, mamona, mandioca, amendoim, entre outros.

Os motores, como uma das maiores invenções do homem, são empregados em praticamente todas as suas atividades, transitando pelas mais variadas formas de acionamento, combustíveis fósseis, biocombustível, energia eólica, elétrica, hidráulica e mais recentemente a utilização da energia solar, mostrando-nos que seu desenvolvimento continua bem com suas aplicações.

Em se tratando dos motores utilizados na agropecuária as versões a gasolina (dois e quatro tempos) a álcool, a diesel e, mais recentemente, a biodiesel e elétrico são os mais utilizados. Analisando a situação proposta, temos a considerar o tempo de funcionamento do motor, que neste caso será de forma constante diária por longos períodos, exigindo rotação constante, pois o acionamento da bomba de irrigação exige que o motor trabalhe desta maneira. Portanto, a melhor indicação é um motor de ciclo diesel, que trabalha em rotação mais baixa e consome menos combustível, na atual política do governo brasileiro esse combustível é subsidiado, ou seja, tem comparativamente menor preço que outros combustíveis.

Como vimos na classificação dos óleos lubrificantes quanto ao tipo de serviço a que o motor será submetido (Classificação API) o motor irá trabalhar sob regime de serviço severo e então o óleo lubrificante indicado será CG – Serviço severo – óleo para motores de aspiração natural e turbo alimentado de alta pressão e baixa emissão de poluentes ou CI – Superior às categorias anteriores, proporciona maior proteção para os motores atuais, diminuindo o desgaste, a corrosão e tem baixa emissão de gases poluentes.

É importante que seja consultado o Manual de Uso e Funcionamento do motor em que deverá ser encontrada a indicação do fabricante com respeito à especificação do óleo lubrificante mais indicado para o motor em questão. Em se tratando de lubrificação de pinos graxeiros, se houver, a lubrificação deverá

ser feita a cada 10 (dez) horas de funcionamento, aplicando-se graxa conforme especificação NGLI 2, de sabão de lítio (“multipurpose” ou múltipla aplicação), que reúne as características desejáveis como resistência à umidade, poeira, variações de temperatura, altas rotações e trabalhos extremamente pesados e, neste caso, a umidade e poeira estão presentes, pois o conjunto moto-bomba estará no campo. Cuidados especiais devem ser dispensados ao combustível (diesel) com respeito ao seu armazenamento, que deverá ser feito em depósito próprio em local protegido e à sombra com os avisos de atenção sobre o armazenamento de combustível. Deverá ser observada a legislação própria sobre armazenamento de combustível em propriedade rural.



Pesquise mais

É de suma importância que se conheça e principalmente se cumpra a legislação sobre manuseio e armazenamento de combustíveis especialmente neste caso que temos que armazenar combustível na propriedade. Para saber mais, pesquise sobre o assunto. A seguir, conteúdos a respeito do tema disponíveis em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27300.html>>;
<<http://supremoambiental.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Manual-do-Produtor-Rural-Licenciamento-Ambiental-da-%C3%81rea-de-Abastecimento-e-Armazenamento-de-Combust%C3%ADvel.pdf>>.
Acesso em: 30 jun. 2016.

Para ter controle de quando executar as manutenções dos motores, como troca de óleo e lubrificação dos pontos onde se utiliza graxa lubrificante, devemos efetuar o registro rigoroso da execução de cada uma delas. O controle deverá ser feito através do horímetro (hodômetro) do motor que registra as horas de funcionamento. Caso não disponha deste equipamento, deve-se controlar através da hora relógio, em ambos os casos é imprescindível uma caderneta de registro para que possa ser anotado quando foi executada a manutenção e quando deverá ser a próxima.

Avançando na prática

Manutenção de motores estacionários

Descrição da situação-problema

Em uma propriedade que atua nas áreas de agricultura (horticultura) e pecuária de leite são utilizados motores estacionários para acionamento de bomba de irrigação e triturador de forrageiras para fornecer alimentação aos animais de produção de leite.

Você, como agrônomo da empresa de assistência técnica e responsável pela assessoria técnica a esta propriedade, indicaria a utilização do mesmo motor para as duas atividades? Na hipótese da resposta ser “não” e ter que utilizar dois motores, estes deveriam ser da mesma marca e modelo ou de marcas e modelos diferentes?

Resolução da situação-problema

A seleção das máquinas e implementos a serem utilizados em uma propriedade agropecuária deve ser feita com critério considerando o tipo e volume de serviço a ser realizado, o regime de trabalho a que o equipamento será submetido (diário, semanal, mensal e se possível anual) para que possamos dimensionar o tamanho do equipamento. Feito isso, temos condições de decidir se será necessário um ou mais equipamentos.

Na hipótese de necessidade de mais de um equipamento, ao escolher o modelo (potência), é importante que os demais sejam pelo menos da mesma marca. Isso se justifica porque não teremos na propriedade insumos (óleos lubrificantes, graxa, filtros) de outras marcas e modelos, o que pode onerar o custo operacional dos equipamentos, observe que com este procedimento usaremos o mesmo combustível, o mesmo óleo lubrificante, a mesma graxa lubrificante e as manutenções preventivas (lubrificações de pinos graxeiros, trocas de óleo e filtros) serão executadas com o mesmo número de horas de funcionamento, facilitando o controle de execução.

Faça valer a pena

1. Ao longo do tempo, muitas máquinas térmicas foram desenvolvidas, mas o motor a explosão interna é utilizado e continua sendo aperfeiçoado até hoje. Depois dos motores a vapor e do uso da pólvora, foi com a descoberta do petróleo (nos anos 1800) e a possibilidade de extração de derivados, como a gasolina e o diesel, utilizando-os como combustível, que houve o ápice das mudanças em um motor a combustão interna substituindo o combustível na forma gasosa pelo combustível líquido.

Considerando que os motores necessitam de gasolina, álcool ou diesel para funcionar, qual é a função do ar para os motores?

- Provoca a reação físico-química proporcionando a liberação do combustível.
- Provoca a reação física proporcionando a liberação do combustível.
- Proporciona que o motor possa liberar o combustível através do escapamento.

- d) Não tem nenhuma necessidade, pois o motor funciona sem ar.
- e) Provoca a reação química proporcionando a queima (explosão) do combustível.

2. O Brasil, tendo na época que importar quase toda a gasolina consumida e, tendo vastas áreas agricultáveis observou na produção do etanol uma saída estratégica para diminuir sua dependência do combustível importado. Então, o governo brasileiro incentivou a utilização do etanol e a adição de até 20% de álcool etílico anidro na gasolina.

O que caracteriza o biocombustível?

- a) São combustíveis de origem não biológica.
- b) São combustíveis de origem biológica fabricados a partir da trituração de metais ferrosos.
- c) São combustíveis de origem biológica fabricados a partir de vegetais, tais como milho, soja, cana-de-açúcar, mamona, canola, babaçu, cânhamo, entre outros.
- d) São combustíveis de origem orgânica fabricados a partir do reaproveitamento de alumínio.
- e) São combustíveis de origem rochosa a partir de rochas calcárias.

3. Sabendo-se da necessidade indispensável de lubrificação dos motores, pergunta-se: o que são lubrificantes?

- a) São substâncias elaboradas para atender às várias faixas de viscosidade, mantendo-as apenas em temperaturas altas.
- b) São substâncias que se interpõem entre duas superfícies em movimento, formando uma película que minimiza o contato entre as partes evitando desgaste e geração de calos.
- c) É uma substância pouco lubrificante com base obtida através de reações químicas realizadas em laboratório.
- d) São substâncias que se interpõem entre duas superfícies em movimento, formando uma película que aumenta o contato entre as partes aumentando o desgaste e geração de calor.
- e) São substâncias que aumentam o contato entre as partes desgastando e gerando calor.

Seção 2.3

Torque e potência

Diálogo aberto

Caro estudante! A indústria de máquinas e implementos agrícolas, hoje instalada no Brasil, disponibiliza uma gama de modelos que se adequam as mais variadas necessidades do agricultor, com uma seleção adequada em função da aplicação que se pretende dar a este equipamento, levando em consideração o tipo e regime de trabalho a que será submetido, além da força (potência) necessária para a realização do trabalho.

Segundo a ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), os tratores com potências entre 50 CV a 100 CV são as preferências dos produtores, pois são os que melhor se adequam as diversas atividades das propriedades de uma forma geral. No que se percebe nas propriedades, os tratores têm seu potencial de trabalho subestimado, isto se justifica por falta de informação e, às vezes, em função da não consideração da diversidade de atividades que o mesmo poderá desenvolver na propriedade ao longo do tempo.

A seleção de uma máquina agrícola pode tornar-se uma tarefa árdua, pois há diversas variáveis que devem ser consideradas. A escolha do equipamento mais adequado para uma propriedade agrícola é uma das etapas mais importantes do processo produtivo e a adequação da capacidade da máquina em relação à área é de extrema relevância, pois afeta diretamente os custos produtivos.

Profissionais que atuam na assistência técnica usam seus conhecimentos e vivências práticas para auxiliarem produtores a escolherem um modelo e/ou marca de trator que melhor se adéqua às atividades da propriedade e, também, considerando a adequação da potência às necessidades a que se destina o uso da máquina.

Continuando na construção de nossa situação hipotética, agora que o agricultor que você está orientando já conhece detalhadamente a estrutura e funcionamento dos motores a explosão interna, os combustíveis e lubrificantes utilizados e o mais adequado a cada tipo de motor, você deverá esclarecer a ele a importância de conhecer a potência e o torque do motor que aciona a máquina que será empregada em trabalhos diversos (preparo periódico de solo, plantio,

acionamento de equipamento para pulverização e tração de carreta de transporte de insumos) em sua propriedade. Mas, primeiramente, para auxiliar o agricultor na sua escolha, você deverá esclarecer alguns tópicos importantes como: o que é potência e cilindrada de um motor? O que é torque? Por que é importante observar estes aspectos ao se adquirir um motor?

Lembrando que ao adquirir uma máquina, é importante conhecer os aspectos como a potência e, por conseguinte, o torque do motor, pois são fatores que devem ser considerados para atender adequadamente às necessidades das atividades agrícolas a qual será submetido.

Não pode faltar

Para melhor entender o funcionamento dos motores, especialmente nos aspectos relacionados à potência e torque, nós temos que nos reportar ao início do desenvolvimento desta indústria. O primeiro veículo motorizado foi produzido por Karl Benz em 1885, o carro possuía um motor a gasolina chamado de "*Motorwagen*" (carro motorizado), tinha potência de 0,8 CV (Cavalo Vapor), podendo atingir a velocidade de 18 km por hora.

Conceitualmente, o motor ciclo Otto para funcionar realiza quatro etapas (tempos). A primeira (1º) é a admissão onde o pistão parte do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior (PMI) e o virabrequim dá ½ volta (180º); no segundo (2º) tempo ocorre a compressão e o pistão vai do PMI até o PMS e o virabrequim dá mais ½ volta (180º); já no terceiro (3º) tempo, acontece a explosão (também chamada de tempo força) onde o pistão vai do PMS ao PMI e o virabrequim dá mais ½ volta (180º); e por fim, no quarto (4º) tempo o pistão vai do PMI ao PMS e o virabrequim dá mais ½ volta (180º), então, para realizar um ciclo completo de funcionamento (4 tempos) o virabrequim dá 2 voltas completas (720º) e o tempo em que o motor realmente produz força é o 3º tempo (explosão) os outros são preparação.

Reportando-nos ao Brasil, a partir da Segunda Grande Guerra houve um aumento significativo na importação de veículos automotores que culminou com a instalação das primeiras montadoras a partir da segunda metade dos anos de 1950.

A evolução da indústria disponibilizou ao mercado consumidor cada vez mais modelos com variadas possibilidades de potência. Nos anos de 1970 até o início de 1980, o mercado absorvia veículos equipados com grandes motores, 4, 6 e até 8 cilindros que consumiam grande quantidade de combustível.

Até o início de 1992 apenas uma indústria de automóveis produzia o chamado "motor 1.000" com potência na faixa dos 50 CV e torque de 7,3 Kgfm. Logo as

demais montadoras passaram a fornecer esse tipo de motor que continuou evoluindo tecnologicamente até os dias de hoje, somando-se a isto a entrada de muitas outras marcas que passaram a ser produzidas no Brasil atendendo estes modelos se consolidando por atenderem às necessidades de deslocamento especialmente nas áreas urbanas e por serem bastante econômicos.

É importante frisar que a evolução tecnológica tem nos levado a motores cada vez menores, ou seja, os antigos 1.0 de 4 cilindros com 50 CV de potência e torque de 7,3 Kgfm estão sendo substituídos por motores de 3 cilindros com 80 CV ou mais. Somando-se a isto, os mesmos motores 1.0 com turbo compressor que lhes dão potência de 100 CV ou mais e torque de 15 Kgfm ou mais, incluindo o aumento na economia de combustível.



Refleta

Considerando que os motores (a gasolina, álcool e diesel) possuem a mesma estrutura básica (cárter, bloco, cabeçote, comando de válvulas, carburação, sistema de refrigeração, lubrificação e alimentação), a indústria para tornar esses motores mais eficientes (potentes) tem utilizado ligas metálicas mais leves para sua construção. Como exemplo temos os motores de liga de alumínio mais leves e com menor índice de dilatação pela ação do calor produzido pela queima dos combustíveis.

Muitas vezes nos perguntamos o que será que existe por debaixo do capô de um automóvel ou de um trator (agrícola, industrial ou florestal) ou o significado dos números e letras: 1.0 ou 1.000, 1.6 V6 ou V8, certo?

Para exemplificar, considere um motor utilizado em um “trator agrícola de pneus” com motor 2.0 ou 2.000 cilindradas. Esses números representam o volume (de combustível) que os pistões deslocam (internamente) dos cilindros até a câmara de combustão, isto é, o motor 2.0 ou 2 litros (2.000 cm^3) de 4 cilindros significa que cada cilindro desloca um volume equivalente a $\frac{1}{2}$ litro ou 500 cm^3 , caso o motor tivesse dois cilindros cada pistão deslocaria 1 litro ou 1.000 cm^3 . Não devemos esquecer que cada pistão trabalha dentro de um cilindro. Com base nesta constatação podemos afirmar que um motor de 4.0 ou 4.000 (4.000 cm^3) desloca o dobro do volume da mistura de combustível do motor 2.0 e, conseqüentemente, é mais potente. Esta mesma teoria aplica-se a todos os tipos de motores a explosão interna, sejam eles alimentados a diesel, como empregado na maioria dos tratores agrícolas, sendo eles de pneus, de esteiras, de borracha ou metal. Lembrando que o motor ciclo Otto admite e comprime a mistura de combustível que é feita no carburador ou pela injeção eletrônica e a combustão é iniciada por centelha elétrica, sendo que o motor ciclo diesel admite e comprime

somente ar e a explosão ocorre por injeção de combustível. É importante frisar que a indústria de motores, quando os fabrica utilizando o mesmo processo, a diferenciação básica está nos sistemas acessórios de transmissão (caixa de marchas, diferencial e reduções) que são adequados para o fim a que o conjunto se destina, por exemplo, o motor de 4 cilindros e 100 CV de potência é colocado em um trator com sistema de transmissão próprio para uma máquina que tem que desenvolver pouca velocidade e muita força. Este mesmo motor colocado em um veículo de transporte (caminhão) irá receber um sistema de transmissão que permitirá desenvolver maior velocidade, mas, conseqüentemente menor força.

Os motores de ciclo Otto apresentam taxa de compressão na ordem de 9:1 nos motores a gasolina e de 12:1 nos motores a álcool, ou seja, 12 partes de ar para uma parte de álcool. Nos motores a diesel a taxa de compressão é maior, pois admite e comprime somente ar ficando em torno de 18:1, ou seja, 18 partes de ar para 1 de diesel. Isto é necessário porque o ar tem que estar sob maior pressão e conseqüentemente a temperatura será também maior para que ocorra a explosão. Por esta razão, conseguem maiores potências com menor rotação do motor consumindo menos combustível.

Os motores de dois tempos são utilizados preferencialmente em veículos de duas rodas em máquinas agrícolas, como roçadoras costais e motosserras, entre outras. São motores mais leves e simples que possuem maior potência que um motor de quatro tempos com a mesma cilindrada, porém, são muito poluentes por queimarem o óleo lubrificante junto com o combustível (esses motores não possuem cárter e o óleo lubrificante é misturado com o combustível no tanque).

A energia mecânica que um motor produz pode ser medida num banco de testes. É igualmente possível calcular esta energia levando-se em conta as especificações do motor. Em ambos os casos, determina-se a quantidade de trabalho (mecânico) realizado em um dado tempo, do resultado obtido, deduz-se a potência. O trabalho mecânico é sempre resultado de dois fatores:

- Uma força que se mede em newtons (N) e que atua por impulso ou por tração;
- Um deslocamento do ponto de ação desta força. Esse deslocamento é medido em metros na direção em que a força provoca o movimento.

Antes da invenção do motor, a fonte de potência era humana e animal. O motor e o trator tiveram papel importante no desenvolvimento da mecanização em nível mundial e brasileiro.



Exemplificando

Força: É definida como a ação que um corpo exerce sobre outro, tendendo a mudar ou modificar seus movimentos, posição, tamanho ou forma.

$$F = m \cdot a$$

Trabalho: O trabalho está associado a um movimento e a uma força. Toda vez que uma força atua sobre um corpo produzindo movimento, realiza-se trabalho.

$$T = F \cdot d$$

Torque: É um momento de força que tende a produzir rotação. É o produto de uma força por um raio.

$$T = F \cdot r$$

Potência: É definido como a quantidade de trabalho realizado numa unidade de tempo.

$$P = F \cdot t$$

Os motores utilizados na agropecuária, sejam para acionar equipamentos estacionários como geradores, motobombas, trituradores, picadores e outros, sejam acoplados em máquinas como tratores, colhedoras, autopulverizadores e outros, independentemente do combustível utilizado, necessitam gerar força suficiente para o fim a que se destinam. A produção dessa força acontece a partir da combustão no processo de funcionamento do motor, ela é chamada de **potência** (quantidade de trabalho realizada numa unidade de tempo). Outra grandeza utilizada para definir o trabalho que o motor é capaz de fazer é o **torque** (definido como um momento de força que tende a produzir rotação). A diferença básica entre potência e torque é que a primeira é a quantidade de trabalho realizado em um determinado tempo e o segundo é o momento de força que "tende" a produzir "rotação".

Entender esses conceitos proporcionam condições de escolha adequada de máquinas para uso na agropecuária considerando a sua utilização que no caso específico de tratores a potência/ torque do motor será utilizada para deslocamento, acionamento de outras máquinas e implementos utilizando a Tomada De Potência (TDP), na tração de máquinas e implementos utilizando a Barra de Tração (BT), para acoplar e elevar máquinas e implementos utilizando o Sistema Hidráulico de Três Pontos (SHTP).



Assimile

As unidades de potência mais usadas são:

- CV – cavalo vapor (Brasil)
- PS – Pferdes Stärke (Alemanha)
- HP – Horse Power (USA)
- W – Watt (adotado pelo Sistema Internacional de Unidades).
- Definições
- CV – um CV ou PS é a força necessária para elevar uma massa de 75 kg à altura de um metro em um segundo.
- HP – um HP é a força necessária para elevar uma massa de 76 kg à altura de um metro em um segundo.
- W – um watt é a potência desenvolvida quando se realiza contínua e uniformemente um trabalho igual a um joule por segundo.
- $1 \text{ CV} = 0,986 \text{ HP}$

Fonte: <<http://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Os motores montados nos tratores são responsáveis pela produção de energia mecânica rotativa resultante da combustão da mistura do combustível no processo de funcionamento. Esta energia (potência) produzida pelo motor é a energia mecânica rotativa que está diretamente relacionada com o tamanho do motor (número de cilindros) e a cilindrada (volume de combustível que os pistões comportam), ou seja, quanto maior o número de cilindros e/ou o tamanho deles, maior é a força produzida ou a energia mecânica rotativa.



Pesquise mais

Os tratores utilizados para a realização dos trabalhos na agropecuária são equipados com motores de diversos tamanhos, diferentes números de cilindros e, por isso, com potências distintas. As potências serão utilizadas para realizar o trabalho e deverá chegar aos pontos de utilização no trator (rodas, TDP, DT e SHTP). Isto resulta em desempenho operacional que requer um conhecimento mais detalhado sobre o conjunto trator-implemento. Pesquise mais sobre o assunto acessando

os conteúdos disponíveis em:

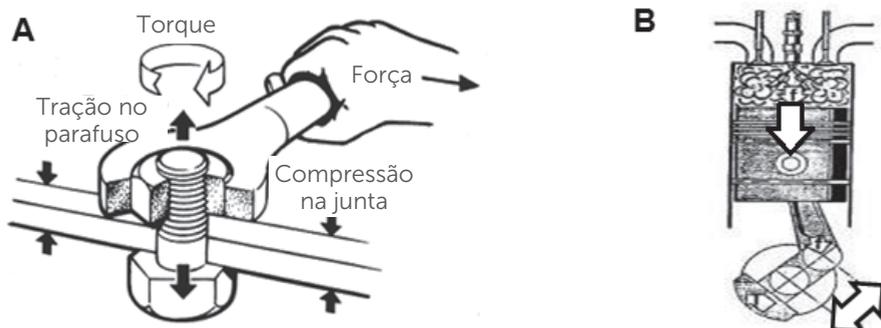
<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/sistema_de_transmissao.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2016.

<<http://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

O torque está relacionado ao tamanho e à quantidade de pistões que o motor possui, à taxa de compressão e ao combustível utilizado, sua variação é pequena em relação à rotação do motor, ocorrendo perda de eficiência em rotações mais altas e muito baixas. Quando o motor possui mais torque, o trator poderá tracionar mais carga, mas para isso é necessário que exista equilíbrio quanto ao seu peso proporcionando aderência suficiente no solo, por isso, a importância de equilibrar o peso do trator em relação a sua potência. Estas especificações de equilíbrio entre peso x potência estão expressas no Manual de Uso e Operação da máquina e devem ser rigorosamente seguidas para um perfeito aproveitamento do potencial de trabalho do trator.

O torque está sempre vinculado a um movimento circular e também pode ser determinado como o produto da força com o deslocamento, porém sempre circular, conforme mostra a Figura 2.1, em que a ação de uma ferramenta sobre um parafuso está tendendo a uma torção para executar pressão sobre uma junta. Na Figura 2.1 temos as coordenadas de torque em um motor a explosão interna, onde "f" representa a força da expansão dos gases resultante da queima da mistura do combustível sobre a cabeça do pistão que está ligada ao virabrequim pela biela tendendo a girá-lo, onde "d" representa este movimento.

Figura 2.1 | A: Coordenadas de torque de uma ferramenta; B: Coordenadas de torque em um motor a explosão interna



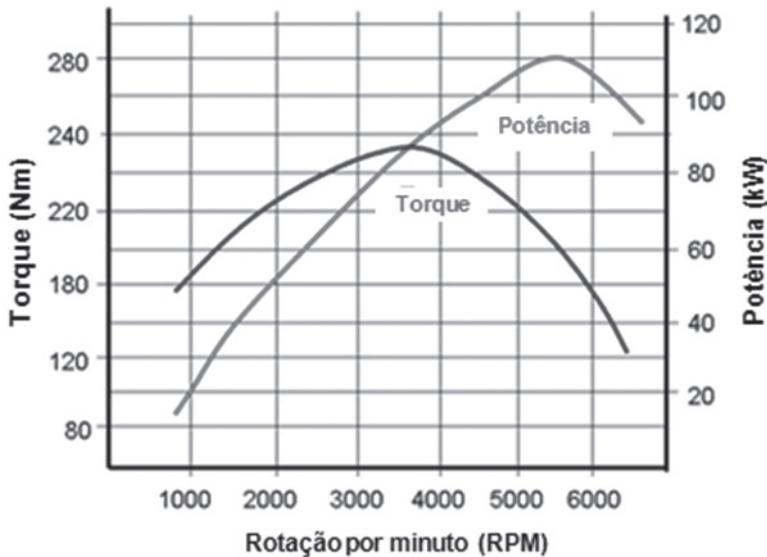
Fonte: adaptado pelo autor. A: <http://dallanese.com.br/Servicos/Oq_Torque.htm>. B: <<http://pt.slideshare.net/catetoferraz1/apostila-demotoresacombuostointernaantonio-inacio-ferraz>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Os motores que estão acoplados aos mais variados tipos de equipamentos utilizados na agropecuária são a mola propulsora do desenvolvimento de potencial de realização de trabalho no campo. Entendê-los e fazer a escolha correta é de fundamental importância para o sucesso da operação.

Para termos sucesso na realização de um trabalho utilizando motores, temos que ter a exata dimensão do que queremos que este equipamento execute, a definição da potência necessária e conseqüentemente do torque que o equipamento oferece. As indústrias têm por obrigação fornecer juntamente com o equipamento o Manual técnico contendo todas as especificações sobre o potencial de trabalho da máquina, incluindo a potência e o torque. Isto nos permite saber qual é a capacidade do equipamento e se este é adequado para a realização do trabalho para o qual queremos utilizá-lo.

Na Figura 2.2 podemos observar o comparativo entre as curvas de torque e potência em relação à rotação por minuto (RPM) em um motor a explosão interna.

Figura 2.2 | Curvas de torque e potência em relação à rotação RPM em um motor a explosão interna



Fonte: <http://clubedocarroeletrico.com.br/index.php?passo-a-passo/torque_ou_potencia/>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Como se pode observar no gráfico, no motor de combustão interna o torque máximo é alcançado antes da potência máxima e, também, a relação entre potência e torque em motores de combustão interna, isto é, a partir do ponto de intercessão a potência continua aumentando e o torque diminuiu, mostrando que a velocidade aumenta e a força diminui, o que em se tratando de máquinas agrícolas, quando necessitamos de força e não de velocidade, a estratégia adotada

é o emprego de caixa de câmbio com relação de marcha que permitam menor velocidade, conseqüentemente, maior força. Outra estratégia empregada nos tratores agrícolas são as reduções de marchas e reduções finais, diminuindo mais a velocidade em benefício do aumento da força, e, obtendo o ponto máximo de torque com menor rotação (RPM) do motor.

Um motor na composição de um trator agrícola de pneus utiliza sua potência/torque para a realização de diversas atividades (trabalhos). A potência e o torque produzidos no motor poderão ser aproveitados na BT, TDP e SHTP, mecanismos que permitem ao trator a realização das mais diversas operações agrícolas utilizando os diversos tipos de implementos e máquinas que ele possa acionar ou tracionar.

Ao observarmos as curvas de potência e torque em função da rotação do motor, podemos estimar a capacidade de tração do trator para cada uma das marchas por meio de cálculos matemáticos, junto a outras informações, transmissão e dimensões das rodas. Estima-se que tratores 4 x 2 (TDA) possuem eficiência na barra de tração na ordem de 78% para pista de concreto, e cerca de 68% para solo firme em relação ao total de potência do motor.

Sem medo de errar

No decorrer desta unidade de ensino, você vem orientando um produtor que deseja adquirir um trator, certo? Você já explicou a ele que um motor a combustão interna é aquele em que a mistura entra em combustão no seu interior e transforma energia térmica resultante da expansão dos gases em energia mecânica. Agora ele possui dúvidas em relação à potência e ao torque, vamos orientá-lo mais uma vez?

Inicialmente é necessário que ele tenha clareza de que estes motores, especialmente os de ciclo diesel, são os mais usados como acionamento das máquinas agrícolas. Neste sentido, a primeira mensuração que se faz em um motor, independente do combustível que utiliza e a finalidade ao qual se destina, é a determinação de sua cilindrada. A cilindrada nos motores de ciclo diesel é o volume de ar deslocado pelo pistão do ponto morto inferior (PMI) ao ponto morto superior (PMS) multiplicado pelo número de cilindros. Ela permite que seja identificado o consumo de combustível do motor.

Determinada a cilindrada do motor, verifica-se o torque, que nada mais é do que o produto da força atuante (força sobre a cabeça do pistão) pela distância perpendicular do eixo à direção dessa mesma força. O torque independe do combustível que o aciona, se de ciclo Otto ou Diesel. Isto possibilita saber a força que o motor tem e ao ser utilizado, por exemplo, em um trator agrícola de pneus, em que tipo de trabalho pode ser utilizado.

Já a potência é a medida de quão rápido um trabalho é executado. Ela é utilizada como referência (e atributo de venda) no universo automotivo para automóveis leves e médios, que possuem a proposta de maior velocidade. Na linha pesada (caminhões, ônibus e tratores), a referência é o torque, embora a potência tenha que estar em equilíbrio com o torque, sendo este equilíbrio feito pelo sistema de transmissão especificamente caixa de câmbio, reduções e reduções finais que é espacialmente aplicado aos tratores agrícolas ou as máquinas que necessitam de muita força e baixa velocidade.

Portanto, podemos afirmar que um trator é mais potente a partir do momento que tenha adequação de peso e condições de realizar mais trabalho que um menos potente, no mesmo intervalo de tempo. Ao contrário do torque, a potência depende da rotação do motor, ou seja, em acelerações maiores atinge maior potência, até o momento que, mesmo aumentando a rotação, não determine mais aumento de potência.

O manual de instruções e funcionamento da máquina deve apresentar sobre ela, uma relação de potência e torque, bem como o seu ponto ideal de trabalho (RPM) em cada marcha.

Avançando na prática

Potência ou torque: qual interessa mais?

Descrição da situação-problema

Você é o engenheiro agrônomo responsável por uma propriedade fornecedora de cana-de-açúcar para uma usina e está trabalhando, no momento, com o preparo do solo para o plantio. O proprietário da terra solicitou a você que escolhesse um trator com uma grande potência para que vocês pudessem encerrar o trabalho o mais rápido. Você analisa a solicitação do agricultor e por um momento faz uma reflexão: será que somente uma grande potência resolverá o problema de rendimento da operação? O que é mais importante, a potência ou o torque? Ou os dois são igualmente importantes?

Resolução da situação-problema

O agricultor deverá ser esclarecido sobre a seleção correta de marchas e rotação adequada de trabalho para que se possa ter o máximo de rendimento com o mínimo de gasto (especialmente combustível). Deverá deixar claro que o uso da marcha e rotação (RPM do motor) irá proporcionar o máximo de potência e torque do conjunto (trator/ implemento). Estas informações estão expressas no Manual de Uso e Operação da máquina, portanto, você deverá deixar muito claro que o torque e a potência têm papel fundamental nas operações de campo com

uso de máquina ou com o conjunto máquina-implemento.

É de fundamental importância que fique claro que os motores utilizados na agropecuária devem ser utilizados de acordo com as recomendações do fabricante e os conjuntos tratores, colhedoras, autopulverizadores são equipados com sistema de transmissão (caixa de câmbio, redução e reduções finais) que proporciona adequação da rotação vinda do motor (RPM) com o objetivo de ampliação da força (torque) de trabalho, pois o objetivo destes equipamentos é tração e/ou acionamento, por conseguinte não foram feitos para desenvolver velocidades e sim trabalho.

A conclusão a que se chega é que tanto o torque quanto a potência são importantes em uma máquina agrícola cujo objetivo é tracionar/acionar e não desenvolver grandes velocidades e sim chegar à faixa ideal de rotação do motor (RPM) onde se obtenha o máximo de torque e de potência alcançando maior eficiência do motor com o mínimo de gasto de combustível.

Faça valer a pena

1. Considerando que um mesmo motor de 4 cilindros e 100 CV de potência seja colocado em um trator agrícola ou em um veículo de transporte (caminhão).

Qual é o procedimento (diferença) para que este mesmo motor possa ser utilizado no trator e no caminhão de transporte?

- a) A diferenciação básica está nos sistemas acessórios de direção e suspensão.
- b) A diferenciação básica está nos sistemas acessórios de transmissão (caixa de marchas, diferencial e reduções) que são adequados para o fim a que o conjunto se destina.
- c) A diferenciação básica está nos sistemas acessórios levante hidráulico e capacidade de carga que cada um terá.
- d) A diferenciação básica está no sistema de transmissão, apenas no componente caixa de marchas e no sistema acessório de direção.
- e) A diferenciação básica está nos sistemas de carga que o conjunto, trator ou caminhão, se destina.

2. Qual é o significado do termo “cilindrada” utilizado quando tratamos do tamanho do motor?

- a) Representa o volume de água que os pistões deslocam até a câmara de combustão.

- b) Representa a quantidade de cilindros com que o motor é constituído.
- c) Representa o volume de combustível que os pistões deslocam até a câmara de combustão.
- d) Representa a carga que o motor é capaz de transportar.
- e) Representa o volume de lubrificante que os pistões deslocam até a câmara de combustão.

3. Em um motor de 8 cilindros com 4.0 litros ou 4000 cm^3 a gasolina ou álcool.

Qual é a capacidade de deslocamento em volume de combustível de cada cilindro durante o funcionamento normal do motor?

- a) De 500 a 600 cm^3 .
- b) De 500 a 800 cm^3 .
- c) 1.000 cm^3 .
- d) 400 cm^3 .
- e) 500 cm^3 .

Seção 2.4

Trator agrícola: sistemas e funcionalidades

Diálogo aberto

Caro estudante! A continuidade de nosso trabalho nos coloca diante de mais um desafio na caminhada para entender as máquinas e a mecanização agrícola como instrumento facilitador na realização das atividades de produção no campo.

O homem, na sua busca incessante de resolver os problemas que enfrenta no seu dia a dia (e aqui estamos nos referindo ao homem do campo), responsável pela produção de alimentos para si, sua família e para a população em geral, sempre buscou alternativas para seu trabalho no campo. Uma das maiores invenções da área de máquinas agrícolas foi o motor a explosão interna, e para seu adequado uso é fundamental o entendimento sobre a sua estrutura e funcionamento, quais combustíveis utilizam e como utilizar a força que produz de forma correta. Após adquirir esse conhecimento, temos agora o desafio de entender a estrutura e funcionamento do que se convencionou chamar de trator.

Você na condição de profissional responsável pela assistência e comercialização de máquinas e implementos agrícolas, foi procurado, no início desta unidade de ensino, por um agricultor interessado na aquisição de um trator agrícola. Desde então, vem esclarecendo todas as suas dúvidas para que ele decida se irá adquirir ou não o maquinário. Você explica a ele que o trator agrícola é a principal fonte de potência para realização de trabalhos na agricultura, tendo condições de tracionar, transportar e fornecer energia a outras máquinas e equipamentos para realização de trabalhos diversos. O agricultor decide que irá adquiri-lo, entretanto, ainda tem algumas dúvidas: Quais são as aplicações dos tratores em uma propriedade agropecuária? E quais são os problemas mais comuns que podem afetar o desempenho de um trator agrícola?

Para evitar problemas e potencializar o uso do trator, você deverá também apresentar um cronograma/programa de manutenção preventiva, identificar e definir ações sobre os problemas mecânicos que eventualmente o trator que você acabou de vender possa apresentar.

Muito bem, agora é a sua vez! Não deixe de utilizar o que já foi visto sobre motores a explosão interna, combustíveis, especialmente o diesel que alimenta a maioria dos motores utilizados nos tratores, e como a energia mecânica rotativa produzida pelo motor é utilizada (potência e torque), tudo isso irá auxiliá-lo a resolver a problemática apresentada.

Não pode faltar

A agricultura moderna está cada vez mais dependente das máquinas e implementos agrícolas, e entre os resultados disso está a menor necessidade do uso de mão de obra e a falta de qualificação da mão de obra existente para operar máquinas cada vez mais modernas. Por outro lado, a mecanização proporciona benefícios como o aumento da produtividade e da eficiência das atividades tornando-as menos árduas e o trator é a principal máquina a proporcionar tudo isso. Entre as principais funções do trator estão: tracionar máquinas e implementos como arados, grades, semeadoras, adubadoras e carretas. E ainda, funcionam acionando máquinas estacionárias, tais como picadores de capim, bombas para irrigação, trituradores de grãos, entre outras. Outra função importante do trator é tracionar máquinas simultaneamente ao seu acionamento, por meio da Tomada De Potência (TDP), como colhedoras, pulverizadores, entre outros.

O trator tem sido comprovadamente um dos principais responsáveis por modificações profundas nos métodos de trabalho na agricultura do Brasil e do mundo proporcionando redução considerável do uso da tração animal e de trabalhos manuais, conseqüentemente diminuindo a oferta de trabalho no meio rural, especialmente para mão de obra não qualificada. A exigência crescente de novas tecnologias, notadamente as que envolvem o manejo e conservação do solo e da água, aplicação de corretivos e fertilizantes, utilização de agroquímicos (agrotóxicos ou defensivos agrícolas), utilização de sementes selecionadas e conservação e armazenamento dos produtos colhidos têm exigido também qualificação da mão de obra utilizada.

Devemos colocar ainda como necessidade conseqüente da mecanização a organização e racionalização do trabalho com a adoção de planejamento rigoroso das atividades agrícolas e controle econômico-financeiro, dando às atividades de produção agrícola caráter empresarial.



Assimile

O trator por sua versatilidade de emprego é considerada a principal máquina no processo de mecanização agrícola em uma propriedade agropecuária, realizando o transporte de insumos, como fertilizantes

e sementes, tração/ acionamento de implementos para o preparo de solo, pulverização, cultivo, colheita, entre outros.

Os tratores são compostos pelo **motor**, que é responsável pela transformação da energia resultante da queima dos combustíveis em energia mecânica (rotação); pela **embreagem** é o componente que liga o motor ao sistema de transmissão do trator cuja função é permitir ou não que a força (rotação) do motor passe, é acionada pelo pedal da embreagem; e também pela **caixa de mudanças de câmbio ou de marchas**, que é responsável pela condução e transformação de movimento para as rodas do trator. É na caixa de câmbio que ocorre a transformação de torque e velocidade angular do motor, além de ser acionada por uma alavanca. Pelo fato do motor estar colocado longitudinalmente em relação à direção de deslocamento, a força rotativa produzida pelo motor terá de fazer um ângulo de 90° na sua direção para que o conjunto se desloque para frente e/ou para traz, esta é a função do **diferencial**.

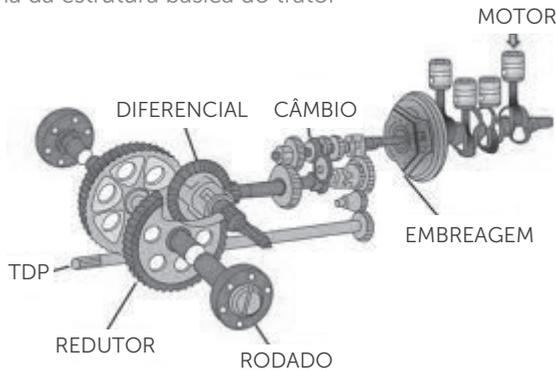


Exemplificando

O **diferencial**, composto pelo pinhão, coroa e planetárias, além de permitir que a força produzida no motor mude de direção, permite que uma roda ande mais que a outra no caso de uma curva. Por exemplo, se a curva for para a esquerda, a roda da direita terá que andar mais que a da esquerda para que o conjunto possa executar a mesma atividade.

Outros componentes são as **reduções finais**, responsáveis por transmitir à rotação do diferencial as rodas com redução de velocidade e aumento de torque. Os **rodados** são responsáveis pela sustentação, movimento e direcionamento do trator, pela propulsão recebendo a potência do motor. Já a **Tomada de potência (TDP)** responde pela transformação do movimento rotativo produzido no motor transmitido para um conjunto de engrenagens cuja extremidade está localizada na parte traseira do trator, onde são acoplados outros sistemas mecânicos rotativos, trabalham em rotações de 540 e/ou 1000 RPM, são normalizados pela ABNT-PB-83. Na Figura 2.3 temos o esquema da estrutura básica de um trator com seus principais componentes.

Figura 2.3 | Esquema da estrutura básica do trator



Fonte: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/leb332/AULAS%202016/Aula%204%20-%20Introducao%20ao%20estudo%20de%20tratores_Prof%20Molin/Aula%204%20-%20Introducao%20ao%20Estudo%20do%20Trator.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

○ **Sistema hidráulico** tem componentes receptores, transformadores e transmissores da força rotativa produzida pelo motor por meio de fluido sob pressão aos cilindros hidráulicos, são normalizados pela ABNT-PB-131.

○ **Sistema de engate** de três pontos é responsável pela sustentação e tração de implementos e máquinas agrícolas, categoria I e II (tratores agrícolas) e categoria III para tratores industriais e florestais, normatizado pela ABNT-PB-85.

Já a **Barra de Tração** (BT) é responsável pela tração (arrasto) de máquinas e implementos, normatizada pela ABNT-PB-85.



Assimile

A embreagem funciona como uma chave que liga e desliga a forma motriz da transmissão fazendo com que o trator ande se acionada pelo pedal da embreagem. Exige cuidados especiais como regulagem adequada e o cuidado de jamais manter o pé sobre o pedal quando o trator estiver andando, sob pena de desgaste precoce do disco da embreagem.

Ao classificarmos os tratores, levamos em consideração dois critérios básicos, o tipo de rodado e o tipo de chassi. Quanto ao tipo de rodado os tratores podem ser de rodas, semiesteiras e esteiras. De duas rodas – motocultivadores, também conhecidos por trator de rabiça, apropriado para pequenas áreas de até no máximo 15 ha. Triciclo – eixo traseiro com duas rodas e dianteiro com uma roda central (não existe mais no Brasil). De quatro rodas – os mais comuns, com duas rodas motrizes e com quatro rodas motrizes (tração dianteira auxiliar TDA) e 4 x 4. De esteiras – de ferro ou de borracha, os modelos agrícolas dispõem de TDP, SHTP e TDP. Apresentam como vantagem, em relação às demais, grandes áreas

de contato com o solo diminuindo diminuindo a sua compactação e com baixo centro de gravidade, dando-lhe mais estabilidade em solo com declive acentuado.



Faça você mesmo

O emprego de tratores nos trabalhos agrícolas é incontestável. Especialmente no que diz respeito ao sistema de rodagem. Existem dois tipos principais de rodados equipados com pneus que são os mais utilizados por sua versatilidade, podendo transitar em estradas efetuando transporte de insumos e executando os demais trabalhos agrícolas; os de esteiras, que podem ser metálicas ou de borracha, são tratores menos ágeis, têm circulação limitada, porém maior capacidade de tração e compactam menos o solo. Comparativamente, quais são as vantagens e desvantagens de cada um na execução dos trabalhos agrícolas? Aproveite e aumente seus conhecimentos sobre tratores pesquisando sobre o tema, esclarecendo esta dúvida.

Os tratores são identificados também quanto à tração, tratores com tração somente nas rodas traseiras, identificados por tração 4 X 2, são mais leves e têm menos aderência ao solo com maior propensão à patinagem. Já os de tração 4X2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar) que – pode ser ligada e desligada de acordo com a necessidade, as rodas dianteiras são menores, são tratores que têm melhor aderência ao solo com menos propensão à patinagem, tornando o trator mais eficiente. Na Tração 4X4 a tração é exercida nos dois eixos, as quatro rodas são do mesmo tamanho e o chassi é articulado, são tratores pesados com maior potência, utilizados em grandes áreas de lavoura, têm limitação de espaço para trabalho devido ao seu tamanho.

A classificação dos tratores quanto à potência é dividida em:

Tratores pequenos, de duas rodas (monocultivador, rabiça), com potência do motor de até 15 cv utilizados em pequenas áreas de produção especialmente na horticultura, tratores de quatro rodas pequenos com potência entre 15 e 49 CV, podendo ser 4x2 ou 4x2 TDA, utilizados em áreas maiores (de até 50 ha), podem desenvolver diversas atividades desde tração de carretas para transporte de insumos, preparo de solo, pulverizações, traços culturais, entre outros.

Tratores médios, com potência entre 50 e 99 CV, podendo ser 4x2 ou 4x2 TDA, para áreas de até 150 ha, desenvolvendo atividades idênticas aos anteriores. Os **tratores grandes** apresentam potência entre 100 e 200 CV, para áreas de até 250 ha, podendo ser 4x2 ou 4x2 TDA.

Tratores pesados, com potência acima de 200 CV, podem ser 4x2 ou 4x2 TDA e 4X4 para grandes áreas. É importante frisar que as referências de áreas

trabalhadas por cada faixa de potência são apenas regenciais, pois fatores como: tipo de exploração, tipo de solo, topografia, uso ou não de irrigação, condições climáticas, regime de exploração, entre outros, precisam ser avaliados na escolha do tipo de trator que será utilizado na área.

Os **tratores agrícolas** são aqueles empregados em qualquer atividade da agropecuária. Já os **tratores florestais** são aqueles empregados em atividades florestais. Entre os **tratores industriais** estão as pás carregadeiras, retroescavadeiras, motoniveladores, empilhadeiras, entre outros.



Refleta

Como vimos, existe uma gama de modelos de tratores quanto ao sistema de tração e potência possibilitando que tenhamos modelos adequados para praticamente todas as necessidades de aplicação, desde horticultura, jardinagem, fruticultura, reflorestamento, até culturas especiais, como cana de açúcar, café, culturas de grãos como soja, milho, feijão, entre outras. Será que é necessária esta variedade de modelos? Não seria melhor uma menor variedade, o que facilitaria a escolha dos maquinários? Quais são as vantagens desta gama de modelos quanto à fonte de potência e tração?

Pesquise e esclareça estas dúvidas, isso irá auxiliá-lo no seu dia a dia como profissional da área de mecanização agrícola.

Os chassis apresentam diferenciações como: **tipo mono bloco** que é constituído pela carcaça do sistema de transmissão (embreagem, eixo piloto, caixa de câmbio, diferencial e reduções finais). Neste modelo, todo o esforço de torção é sobre os próprios componentes. As vantagens deste sistema são a simplicidade, redução de custo de produção do trator. Em relação às desvantagens está a necessidade de motores específicos, mais robustos, que provocam vibração no posto do operador. O **chassi convencional** é composto por perfis de aço longitudinal reforçado por chapas transversais, possuindo suporte para o motor, caixa de câmbio e transmissão final, normalmente equipa tratores com potência acima de 100 cv. As vantagens são que a transmissão e o motor não são submetidos a esforço, isto isola melhor as vibrações, facilita o acoplamento de implementos frontais e aumenta a capacidade de carga do trator. Como desvantagem está o alto custo de fabricação. Por último, o **chassi articulado** que é empregado, principalmente, em tratores pesados com tração 4X4, possibilita aumento na transferência de potência do trator para o solo, permite o uso de pneus de maior diâmetro, aumentando o contato com o solo, ganhando-se maior potência no solo, mas há perda de flexibilidade e de manobra.

○ **sistema de transmissão** em um trator é composto por mecanismos

responsáveis por conduzir a potência produzida no motor até as rodas motrizes. De forma geral, é constituída por **embreagem** (liga e desliga o sistema do motor possibilitando operações de aproximação e paradas de emergência sem danificar os componentes da transmissão), que pode ser do tipo monodisco com apenas um disco de fricção e dupla comum segundo disco sendo o primeiro para transmitir o movimento à **caixa de câmbio** e o segundo, de menor diâmetro, para transmitir movimento a TDP; caixa de câmbio cuja função é adequar a potência e torque à atividade que será realizada e alterar o sentido do movimento do trator. A caixa de câmbio convencional acionada por alavanca constituída por um conjunto de engrenagens superior móvel e inferior fixo, conjunto redutor composto por anéis deslizantes proporcionando redução de velocidade com aumento de força (torque), caixa de câmbio árvore motora e movida; o **diferencial** distribui potência para uma ou duas rodas de acordo com a distribuição de carga, altera o sentido do movimento, permite que uma roda ande mais que a outra na execução de curvas; **redução final** (diminui a velocidade aumentando a força); **tomada de potência** (eixo traseiro central para acionamento de máquinas e implementos) e **barra de tração** (tracionar e arrastar máquinas e implementos).

○ **sistema de direção do trator** (direcionamento em operação, permitindo alterar executar manobras, conforme o trajeto e condições de operação), pode ser mecânico, hidrostático ou servo-assistido. Sistema hidráulico de três pontos (SHTP) – consiste na utilização de fluidos para a transmissão de força através da pressurização destes fluidos. Um trator agrícola de pneus normalmente é constituído por reservatório de fluido, filtros, bomba de fluido hidráulico, tubulações de alta pressão, pistões (cilindro) ou motor hidráulico e comando hidráulico (alavancas). O SHTP permite que o trator possa levantar, transportar e acionar implementos. É possível utilizar o sistema hidráulico para acionar máquinas e implementos por meio do chamado controle remoto, desde que o trator disponha deste, basta ligar as mangueiras de alta pressão da máquina ou implemento que se quer acionar ao sistema do trator e acionar as alavancas.



Pesquise mais

A versatilidade do sistema hidráulico permite, além das aplicações citadas, que o utilizemos em outras operações e situações. Pesquise mais sobre a utilização do sistema hidráulico de um trator agrícola. Conheça o conteúdo disponível em:

<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/sistema_hidraulico.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Entende-se por manutenção toda e qualquer interferência, na máquina ou implemento, com o objetivo de manter sua qualidade e prolongamento de sua vida útil. Pode ser do tipo **manutenção preventiva** em que há execução de programa de serviços nas máquinas e implementos visando à redução do desgaste e aumento da vida útil. Toda e qualquer máquina e implemento deve ser acompanhada da indicação precisa da tabela de manutenção preventiva. Já a **manutenção corretiva** objetiva a correção de falhas e/ou substituição de peças desgastadas ou quebradas.



Atenção

Toda máquina e implemento agrícola, ao ser adquirido, deve ser acompanhado do **manual de uso e operação**, que deve conter o programa de manutenção preventiva. É importante que você complemente os conhecimentos a respeito de manutenção visualizando em detalhes todos os serviços de manutenção de um trator agrícola acessando: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Milan/leb332/Manut_SENAR.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

Os problemas mais comuns que afetam um trator estão relacionados à qualidade do combustível utilizado, correias (alternador, bomba d'água) com problema de tensão, motor não funciona (bateria com pouca carga ou alternador não carrega, problemas no sistema de alimentação de combustível), pressão dos pneus (calibragem incorreta) regulagem incorreta da embreagem e freios, superaquecimento do motor (falta de água no radiador, excesso de carga) e patinagem excessiva (lastreamento incorreto, excesso de carga).

Tenha sempre na sua propriedade uma oficina de reparos rápidos para consertos básicos para que não se perca demasiado tempo em levá-lo sempre a uma oficina. Lembre-se que quanto mais você operar sua máquina, menores serão seus custos operacionais.



Assimile

A Manutenção preventiva – é aquela feita sistematicamente conforme a recomendação do fabricante (antes que o problema aconteça). A Manutenção corretiva – é feita para corrigir algum problema acontecido (depois que o problema aconteceu).

Existem problemas comuns que ocorrem nos tratores como no sistema de transmissão, onde pode ocorrer a quebra da engrenagem da caixa de mudança de marchas devido à troca de marchas com o trator em movimento. O nível inadequado de óleo lubrificante é outro fator de dano ao sistema. No sistema de arrefecimento, os danos mais comuns são o superaquecimento do motor por falta de água no radiador, excesso de sujeira na tela frontal, correia do ventilador e/ou da bomba d'água com folga ou em mau estado, limpeza incorreta ou falta de limpeza do filtro de ar. O sistema de alimentação pode ter danos decorrentes da má qualidade dos combustíveis por sujeira ou adição de água, armazenamento incorreto possibilitando contaminação, falta de manutenção ou substituição dos filtros de combustível, obstrução da bomba de alimentação ou injetora. Já no sistema elétrico os danos podem advir do vazamento de combustível sobre o motor de partida, correia do alternador com tensão incorreta ou em mau estado e bateria com falta de carga. No sistema de direção, as folgas nos terminais, vazamentos de fluido do hidráulico da direção, regulagem incorreta dos pedais do freio são alguns dos problemas mais comuns. O sistema hidráulico pode ter uso incorreto pela aplicação de excesso de carga, regulagem incorreta do controle de profundidade e ondulação, nível incorreto do fluido hidráulico e falta de manutenção do filtro do sistema. E por fim, no sistema de lubrificação a não observância dos períodos de troca dos óleos e filtros, uso de óleos lubrificantes fora da especificação do fabricante, nível incorreto do óleo no sistema são comentários encontrados nos tratores.

Conhecendo a importância da adoção de medidas que minimizam os problemas das máquinas pelo desgaste ou mal uso, um dos instrumentos disponível para auxiliar no adequado desempenho dos tratores agrícola é o cronograma de manutenção preventiva. O objetivo é estabelecer os períodos corretos para realizar vistoria de peças e/ ou fazer a troca de produtos utilizados (por exemplo os óleos e lubrificantes). A maioria dos parâmetros tem como referência as horas trabalhadas do trator, entretanto, estes variam de acordo com o componente avaliado.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre o cronograma de manutenção preventiva de um trator, leia o artigo "Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores", de Gustavo N. dos Reis e colaboradores, que discute relevantes aspectos sobre a importância da manutenção dos tratores. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162005000100031 Acesso em 30 Nov. 2017.

Acesse o link indicado para conhecer como montar uma planilha de manutenção: Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=HRztMUscyco>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

A manutenção preventiva é fundamental para o perfeito funcionamento do trator e deve ser seguida conforme tabela de manutenção fornecida pelo fabricante da máquina ou implemento. Planejamento da manutenção do trator inclui:

- Sistema de Alimentação de Ar do Motor
- Sistema de Alimentação de Combustível do Motor
- Sistema de Lubrificação do Motor
- Sistema de Arrefecimento do Motor
- Sistema Elétrico
- Sistema de Transmissão
- Sistema hidráulico
- Sistema de Direção

Recursos:

- Local para realização do trabalho: deve oferecer as condições adequadas para a realização do trabalho, sem riscos aos equipamentos, ao ambiente e que ofereça segurança no trabalho.
- Vestuário (EPI): deve permitir conforto e segurança – Calçado fechado, luvas de látex nitrílicas, luvas de raspa de couro, óculos de proteção, creme de proteção para as mãos.
- Ferramentas: devem ser apropriadas, conservadas e organizadas de forma a facilitar a realização dos trabalhos – chave Allen, chave L, chave de roda, grifo, inglesa, multiestriada, multiallen, outras ferramentas.
- Insumos: ter disponível óleos, filtros, graxa lubrificante, peças mais comuns de reposição (correias, terminais de direção, pinos e contra pinos, rolamentos de cubos de rodas e pontas de eixo, entre outras), de acordo com as especificações do fabricante.
- Orientação: os operadores deverão ser orientados e ter à disposição o Manual de orientação e uso de todas as máquinas e implementos da propriedade que deverá ser o guia para execução das manutenções.

Caderneta de anotações: cada máquina deverá ter a sua caderneta em que serão registradas as manutenções preventivas (quando foram feitas as anteriores e quando será a próxima). Além disso, na caderneta consta com a manutenção corretiva (a causa da manutenção, horas de trabalho das máquinas e em qual peça foi realizado o reparo).

Sem medo de errar

Os tratores são máquinas desenvolvidas para elevar a produtividade agrícola, tornando as atividades mais rápidas e com menor custo. Os tratores conceitualmente foram desenvolvidos para tracionar e acionar os mais diversos tipos de máquinas e implementos para realização de trabalhos na produção agropecuária, indo desde trabalhos de tração de carretas no transporte de materiais e insumos, tração e acionamento de roçadoras, pulverizadores, cultivadores distribuidores de corretivos e fertilizantes.

Entre as aplicações dos tratores está a atuação nos trabalhos de aração, gradagem, plantio/semear, subsolagem, acionamento de moto bombas para irrigação, geradores para produção de energia elétrica, trituradores de grãos, correias e roscas transportadoras.

O trator é constituído por componentes mecânicos móveis e fixos que estão sujeitos a panes ou problemas mecânicos de funcionamento que podem ser causados por falta de manutenção preventiva, operação inadequada e desgaste natural das peças. Dentre os mais comuns estão os relacionados ao sistema de transmissão, onde pode ocorrer a quebra da engrenagem da caixa de mudança de marchas devido à troca de marchas com o trator em movimento. O nível inadequado do óleo lubrificante é outro fator de dano ao sistema. No sistema de arrefecimento, os danos mais comuns são o superaquecimento do motor por falta de água no radiador, excesso de sujeira na tela frontal, correia do ventilador e/ou da bomba d'água com folga ou em mau estado, limpeza incorreta ou falta de limpeza do filtro de ar. O sistema de alimentação pode ter danos decorrentes da má qualidade dos combustíveis por sujeira ou adição de água, armazenamento incorreto possibilitando contaminação, falta de manutenção ou substituição dos filtros de combustível, obstrução da bomba de alimentação ou injetora. Já no sistema elétrico os danos podem advir do vazamento de combustível sobre o motor de partida, correia do alternador com tensão incorreta ou em mau estado e bateria com falta de carga. No sistema de direção, as folgas nos terminais, vazamentos de fluido do hidráulico da direção, regulagem incorreta dos pedais do freio são alguns dos problemas mais comuns. O sistema hidráulico pode ter uso incorreto pela aplicação de excesso de carga, regulagem incorreta do controle de profundidade e ondulação, nível incorreto do fluido hidráulico e falta de manutenção do filtro do sistema. E por fim, no sistema de lubrificação a não observância dos períodos de troca dos óleos e filtros, uso de

óleos lubrificantes fora da especificação do fabricante, nível incorreto do óleo no sistema são comumente encontrados nos tratores.

A manutenção preventiva é fundamental para o perfeito funcionamento do trator e deve ser seguida conforme tabela de manutenção fornecida pelo fabricante da máquina ou implemento. Planejamento da manutenção do trator:

- Sistema de Alimentação de Ar do Motor
- Sistema de Alimentação de Combustível do Motor
- Sistema de Lubrificação do Motor
- Sistema de Arrefecimento do Motor
- Sistema Elétrico
- Sistema de Transmissão
- Sistema hidráulico
- Sistema de Direção

Recursos:

- Local para realização do trabalho: deve oferecer às condições adequadas a realização do trabalho, sem riscos aos equipamentos, ao ambiente e que ofereça segurança no trabalho.
- Vestuário (EPI): deve permitir conforto e segurança - Calçado fechado, Luvas de látex nitrílicas, Luvas de raspa de couro, Óculos de proteção, Creme de proteção para as mãos
- Ferramentas: devem ser apropriadas, conservadas e organizadas de forma a facilitar a realização dos trabalhos;
- Insumos: ter disponível óleos, filtros, graxa lubrificante, peças mais comuns de reposição (correias, terminais de direção, pinos e contra pinos, rolamentos de cubos de rodas e pontas de eixo, dentre outras), de acordo com as especificações do fabricante;
- Orientação: os operadores deverão ser orientados e ter à disposição o Manual de orientação e uso de todas as máquinas e implementos da propriedade que deverá ser o guia para execução das manutenções.
- Caderneta de anotações: cada máquina de verã ter a sua onde serão registradas as manutenções preventivas, quando foram feitas e quando será a próxima, manutenção corretiva qual e possível causa, horas de trabalho, onde e com qual implemento e operador sugestão.

Avançando na prática

Para abertura de nova área, qual trator escolher: de pneus ou esteira de metal?

Descrição da situação-problema

Você como engenheiro agrônomo, procurado por um agricultor para orientá-lo, sabendo que este tem a necessidade de executar trabalhos em uma área que ainda não foi cultivada e está coberta por vegetação de médio e grande porte, necessitando de preparo inicial de solo, derrubada da vegetação de cobertura, limpeza (enleiramento), destoca e primeira gradagem pesada. Analisando in loco a situação real da área, você precisa indicar qual é a melhor opção de rodado a ser utilizado para a execução do trabalho de limpeza da área. Que tipo de trator você indica no tocante ao sistema de rodado? Para executar este trabalho inicial de preparo do solo da área, trator de pneus ou de esteiras de metal?

Resolução da situação-problema

Os tratores foram desenvolvidos para tracionar e acionar os mais diversos tipos de máquinas e implementos para realização de trabalhos na produção agropecuária, para tanto podem ser equipados com rodagem de pneus ou de esteiras que podem ser de borracha ou metálicas, dependendo de sua finalidade de uso, sendo os de borracha usados para o trabalho em áreas já cultivadas, limpas, livres de materiais como pedras e tocos que possam danificá-lo. Já as de metal foram especialmente projetadas para equipar tratores que precisem atuar em áreas "brutas" com a presença de pedras, tocos, vegetação de médio e grande porte ou outros obstáculos que danificariam os pneus ou esteiras de borracha.

Considerando que a área em questão é de vegetação de médio e grande porte que necessita ser retirada, enleirada e posteriormente receber uma gradagem pesada, material que pode causar danos aos pneus e esteira de borracha, então temos que o uso de um trator com esteiras metálicas é o indicado, já que tem maior resistência para esta situação de trabalho estando sujeito a menores risco de danos.

Faça valer a pena

1. O trator tem sido comprovadamente o principal responsável por modificações profundas nos métodos de trabalho na agricultura do Brasil e do mundo.

Quais são as principais funções de um trator agrícola de pneus?

- Tracionar e/ou acionar e transportar máquinas e implementos.
- Deslocar-se em estradas rurais.

- c) Tracionar carretas agrícolas.
- d) Transportar ferramentas agrícolas.
- e) Transportar trabalhadores nas áreas rurais.

2. Em relação a sua aplicação, quais são os tipos mais comuns de tratores encontrados no mercado?

- a) Tratores agrícolas e florestais.
- b) Tratores agrícolas, florestais e industriais.
- c) Tratores industriais, florestais e urbanos.
- d) Tratores agrícolas, florestais e anfíbios.
- e) Tratores florestais e industriais.

3. Entende-se por manutenção toda e qualquer interferência e implemento com o objetivo de manutenção de sua qualidade e prolongamento de sua vida útil.

Quais são os tipos de manutenção que podem ser aplicados aos tratores agrícolas?

- a) Preventiva.
- b) Corretiva.
- c) Manutenção de serviço.
- d) Manutenção diurna e noturna.
- e) Preventiva e/ou corretiva.

Referências

- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1987. 307 p.
- BIANCHINI, A. **Máquinas agrícolas**. Cuiabá-PR: UFMG 2002. Disponível em: <http://rodrigopengo.eng.br/faculdade/maquinas_agricolas/trator_agricola.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2008.
- CAMPOS, S. H. C. **Mecanização agrícola**. Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia. Setor de Ensino a Distância Barbacena-MG, Apostila: 85p. 2011.
- FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. **Tratores Agrícolas**. Jaboticabal, Unesp, 2006. Apostila didática nº 3. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGELIFURLANI/apostila_nr3-tratores.pdf>. Acesso em 26 out. 2016.
- INSTITUTO FORMAÇÃO – Cursos Técnicos Profissionalizante: Barra da Estiva – BA. Disponível em: <<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/12-15-18-disciplinainfraestruturaapostil>>. Acesso em: 15 maio 2016.
- MAHLE. Manual técnico. 2012. Disponível em: <http://www.maxxitraining.com.br/Documentos/livraria_do_conhecimento/MAHLE%20Manual-Tecnico-Curso-de-Motores-Miolo-846B-2.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2016.
- MIALHE, L. G. **Gerência de sistema tratorizado vs operação otimizada de tratores**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 30 p.
- MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**. São Paulo: USP, 1980. v. 2. 367 p.
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Ceres, 1974. 301 p.
- MONTEIRO, L. A. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola em função do tipo de pneu, velocidade de deslocamento, lastragem líquida e condição superficial do solo**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu, 2008..
- SAAD, O. **Máquinas e técnicas de preparo inicial do solo**. 4. ed. São Paulo: Livraria Nobel S. A., 1986. 98 p.
- SALVADOR, N. **Qualificação profissional, máquinas e técnicas para manejo do solo e cultivo**, UFLA, 2008. Disponível: <www.ruralnews.com.br>. Acesso em: 19 maio 2016.

SENAR. **Tratores agrícolas**: manutenção de tratores agrícolas. 2. ed. Brasília: SENAR, 2010. (Coleção SENAR; 130). Disponível em: <<http://www.wp.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural Administração Regional do Estado de São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.fatecpompeia.edu.br/arquivos/arquivos/Cartilha_Operacao_Trator-3-ATUAL.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2016.

SLIDEPLAYER. Mecanização agrícola. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/9287078/>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

TRATORES AGRÍCOLAS. 2012. Disponível em:<http://www.lamma.com.br/wa_files/3_Tratores.pdf>. Acesso em: 18 maio 2016.

UFRGS. Instituto de Física. **Motores a explosão**: 4 tempos. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Canoas. MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2013/01/Apostila-de-Motores-a-Combust%C3%A3o-Interna.pdf> >. Acesso em: 15 maio 2016.

<www.biodieselbr.com>. Acesso em: 23 abr. 2016.

Implementos e máquinas agrícolas: preparo do solo e semeadura/plantio

Convite ao estudo

Caro estudante, em qualquer atividade, desde as mais simples do nosso dia a dia até as mais complexas, o planejamento é importante para reduzir riscos de erros e aumentar as chances de sucesso. Por isso, a sequência de nosso trabalho requer sempre retomadas e atualizações do que já foi visto para que possamos continuar evoluindo de forma a cometer o mínimo de falhas e conseguir o máximo de acertos.

Nesta etapa, entenderemos melhor os implementos e as máquinas agrícolas utilizados para implantação de uma cultura, compreendendo que o manejo do solo consiste em um conjunto de operações realizadas com o objetivo de propiciar condições favoráveis à semeadura, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas. Para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas, priorizando desde a escolha da área que seja adequada à cultura que se pretende implantar até considerar as máquinas e os implementos disponíveis para a realização dos trabalhos necessários durante o completo ciclo da cultura.

Você foi selecionado como o engenheiro agrônomo responsável por orientar a implantação e condução de uma gleba de 200 ha para produção de lavoura de milho em uma propriedade de 2.000 ha, utilizando máquinas e implementos agrícolas. O primeiro questionamento que você teve foi: qual é a primeira etapa que deverá ser realizada na implantação de uma cultura? É importante que você saiba que o trabalho se inicia pela escolha da área, analisando as características presentes, especialmente em relação às características do solo, à umidade e aos obstáculos, como pedras e árvores. Posteriormente, deve-se fazer o preparo do solo, que pode ser convencional (periódico), cultivo mínimo ou plantio direto. Mas como essas etapas de produção irão influenciar na escolha de máquinas e implementos? Como você deverá analisar os fatores que determinam a

possibilidade de escolha do tipo de preparo de solo? E para a semeadura e o plantio? Como você deverá orientar o produtor sobre quais máquinas e implementos devem ser utilizados? Nas diferentes etapas de produção, devem ser utilizados equipamentos distintos?

Para realizar a implantação da lavoura de milho pela qual você será responsável nesta unidade de ensino, será necessário elaborar um Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas necessários nas etapas de preparo do solo, plantio/semeadura, uma vez que esta é uma ferramenta necessária à administração do projeto de produção da cultura proposta, não é mesmo? Em cada uma das seções você irá aprender como orientar o produtor na utilização de equipamentos agrícolas nas diferentes fases de implantação da cultura. Preparado para começar?

Seção 3.1

Implementos e máquinas agrícolas e preparo de solo

Diálogo aberto

A estabilidade e a sustentabilidade de sistemas de produção agropecuários são preocupações cada vez mais constantes dos agricultores e até mesmo de toda a sociedade. Os agricultores necessitam ter garantida sua sobrevivência econômica e a sociedade depende da produção agrícola para sua própria existência. Por parte do agricultor, a manutenção desta estabilidade está diretamente ligada ao uso adequado e racional dos recursos naturais, especialmente do solo e da água, além da escolha do melhor manejo a ser adotado considerando as particularidades da área de produção.

Você, na condição de engenheiro agrônomo, terá que orientar o agricultor na implantação e condução de uma produção de milho dentro da área de 2.000 ha. A área escolhida foi uma gleba de 200 ha destinada à produção dos grãos, na qual você observou algumas características, como a alta infestação de plantas invasoras, exploração anterior por outra cultura e, ainda, verificou a análise de solo, que demonstrou que este é classificado como de textura média, apresentando compactação entre 10 e 15 cm de profundidade. Ao observar a área, você deverá tomar algumas decisões considerando as particularidades locais.

Dessa forma, você terá que decidir qual sistema de preparo de solo será utilizado: preparo de solo inicial, convencional ou cultivo mínimo? Em função do sistema de preparo selecionado, quais implementos serão utilizados? Como acoplar ao trator o implemento selecionado? Como adequar este implemento para o trabalho, ou seja, fazer a regulagem do equipamento?

Considerando que iremos orientar o produtor nas diferentes etapas de produção, indicando quais são as máquinas e os implementos mais adequados de acordo com as particularidades apresentadas pela propriedade, ao final desta unidade, você será capaz de elaborar um Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas necessários para cada fase de implantação da cultura.

Não pode faltar

Transitando no estudo de máquinas e mecanização agrícola, constatamos a evolução do tema e buscamos compreender a diferença de máquinas e implementos agrícolas, bem como os sistemas de preparo de solo e a aplicação dos conjuntos operacionais trator/implemento, entendendo especialmente os arados, as grades, os subsoladores, as enxadas rotativas e os sulcadores e suas utilizações em prol da dinâmica do trabalho na agropecuária.

O manejo adequado do solo e da água é um pré-requisito que se deve ter sempre em mente quando se propõe a estabelecer sistemas de cultivo que tenham como objetivo o uso racional do solo.

É sabido que o solo, quando é cultivado, pode sofrer agressões em sua constituição física, química e biológica, afetando sua característica inicial. A intensidade deste processo depende grandemente das condições de manejo que o solo é submetido, além das características específicas de cada local. Em situações de uso intensivo, como em agricultura irrigada, ou onde se produz safra e safrinha, o solo é cultivado duas ou até três vezes por ano, com grande risco de degradação em comparação com o sistema tradicional, com apenas um cultivo anual. Além disso, o tráfego de máquinas ou preparo de solo em condições inadequadas causa danos que se acumulam, acelerando a degradação.

O planejamento da produção em uma propriedade agropecuária deve atender a alguns objetivos, dentre eles permitir a produção e produtividade econômica, isto é, que se tenha lucro, que atenda às demandas por quantidade e qualidade do produto, visando às necessidades internas da propriedade e ao mercado externo, além de buscar a preservação do meio ambiente.

Um dos principais desafios é a busca de equilíbrio entre a maximização da produção e a manutenção (preservação) do ambiente, porém, temos que considerar no planejamento que, dentre os pontos básicos, estão a identificação e o tratamento de aspectos de degradação que afetam o solo e a água. Dentre os principais fatores de degradação a serem evitados, estão: erosão, compactação e contaminação.

Para toda forma de uso do solo, o manejo adequado deve visar a uma produção rentável, tecnicamente correta e sustentável. Na busca destes objetivos, considerando-se primeiro o conhecimento do tipo de solo (leve, médio, pesado), o manejo deste solo em função da cultura a ser implantada, suas características, visando conhecer suas limitações e potenciais para uso da cultura. Além da localização adequada, é preciso observar a maneira correta de fazê-la. O sistema de produção da cultura (milho) deve, na medida do possível e respeitando as limitações e peculiaridades de cada caso, estar integrado a outros sistemas de

produção, como os sistemas agrossilvipastoris, ou sistemas de integração lavoura-pecuária, como forma de minimizar custos, otimizar o uso do solo e auxiliar na conservação do solo e da água.



Assimile

Aluno, na Unidade 1, aprendemos que, de acordo com a normatização da ABNT-NB-66, a **máquina agrícola** é conceituada como aquela projetada especificamente para realizar integralmente ou coadjuvar à execução da **operação agrícola**; já o **implemento agrícola** é o sistema mecânico, com movimento próprio ou induzido, em sua forma mais simples, cujos órgãos componentes não apresentam movimentos relativos. A **operação agrícola** compreende toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária. O **preparo inicial de solo** compreende a limpeza geral de uma área que ainda não é agricultável ou está há muito tempo sem ser trabalhada, podendo exigir derrubada de cobertura vegetal mais ou menos densa, com a utilização de máquinas de esteira de metal com lâmina, destoca e enleiramento. E o **preparo periódico de solo** é aplicado a áreas já agricultáveis, visando dar condições de implantação de uma ou mais culturas.

O preparo do solo pode compreender operações múltiplas com diversos implementos, normalmente, uma aração e uma gradagem pesada e/ou de nivelamento para adequá-lo a receber a operação de semeio da cultura. Não pode ser esquecido que cada operação altera a estrutura do solo, podendo produzir dois efeitos nocivos principais, como compactação e exposição à ação das chuvas, que pode resultar em erosão.

A seleção do sistema de preparo do solo é fator imprescindível para que se alcance altas produtividades. O que se pretende com o preparo do solo é obter as condições adequadas ao semeio, crescimento e estabelecimento das plantas, de maneira que se assegurem os melhores rendimentos com retorno dos investimentos. Sabendo dos efeitos negativos do manejo intensivo do solo, deve-se buscar um sistema menos agressivo ao solo, ou seja, movimentá-lo o mínimo necessário minimizando as alterações físicas, diminuindo os efeitos do escoamento superficial e maior infiltração da água no solo.

As operações de preparo do solo podem ser divididas em duas formas conforme o grau de impacto que elas causam ao solo. A primeira delas é a de preparo convencional (periódico), e a outra, preparo de manejo mínimo ou direto, também chamado de conservacionista.

O preparo convencional (periódico) do solo pode acontecer em duas etapas. Inicialmente, faz-se a operação de mobilização mais profunda e grosseira do solo, com o objetivo de eliminar ou enterrar as plantas invasoras (daninhas) e os restos culturais e, também, melhorar as condições do solo para facilitar o crescimento inicial de raízes das plantas e a infiltração de água. Na segunda etapa, as operações superficiais subsequentes à mobilização profunda, normalmente com o emprego de grades para o nivelamento e o destorroamento do solo, com eliminação de plantas invasoras superficiais, permitindo ambiente favorável ao plantio e ao desenvolvimento inicial das culturas.

A busca de técnicas que minimizassem os efeitos negativos do preparo convencional (periódico) do solo levou à adoção de outra técnica que, a partir do início dos anos 1990, aumentou muito o interesse por métodos de manejo de solo que interferissem o mínimo possível na sua estrutura com o mínimo de mobilização, com isto se busca ajustar tecnologias que possibilitem aliar menor mobilização do solo e preservação da matéria orgânica, que é, reconhecidamente, de fundamental importância não só para a sustentabilidade do ecossistema, mas também pela influência direta e indireta nos processos químicos, físicos, físico-químicos e biológicos do solo. Esses métodos movimentam menos o solo, deixando maior quantidade de resíduos culturais sobre a sua superfície, tornando-o mais resistente à degradação, especialmente à erosão hídrica.



Refleta

É fundamental que o solo esteja em condições de receber as sementes da cultura que vai ser produzida, isso pode exigir preparo inicial em solos que nunca foram cultivados; preparo convencional em solos já cultivados; e sistema de plantio direto. Como o plantio direto pode contribuir com a boa qualidade do solo? É importante observar que existem ações específicas antes de sua implantação.

Dois métodos merecem destaque, devido ao seu papel conservacionista, de baixo nível de dano e alta proteção ao solo, de tal modo que é possível aliar produtividade e conservação do solo e água, binômio este da maior importância quando se busca a sustentabilidade em sistemas agrícolas: um chamado de cultivo mínimo, no qual se utiliza apenas escarificação com o mínimo de movimento da superfície (em média 20%), e o outro de sistema de plantio direto, em que apenas é manejada a cobertura vegetal e, com a utilização de semeadoras próprias, efetua-se o semeio/plantio.

As operações múltiplas são usadas para preparar o solo (chamado de preparo convencional ou periódico) e normalmente requerem o uso de um dos implementos

mais antigos que se tem registro, o **arado**, utilizado tanto no preparo inicial quanto periódico do solo, cuja função principal é deslocar e destruir uma camada contínua de solo, visando reduzir a agregação de suas partículas e inverter as camadas, incorporando coberturas vegetais vivas ou mortas. É uma operação agressiva e profunda (20 a 40 cm), deixando a superfície do solo rugosa. Como vantagens deste implemento, estão se adaptar bem aos vários tipos e condições de solo (pedregosos ou recém-desbravados com presença de raízes e tocos) e promover uma boa mistura de corretivos que tenham sido eventualmente aplicados ao solo. Como desvantagens temos o baixo rendimento do trabalho e, conseqüentemente, o alto consumo de combustível em terreno com grande quantidade de massa vegetal na superfície. Na Figura 3.1 (A), observa-se o trator com arado de discos acoplado ao sistema hidráulico executando aração em uma área já cultivada, provocando incorporação da cobertura vegetal do solo, porém, deixando a superfície irregular, o que sugere a necessidade de uma gradagem leve (nivelamento).

Outra forma de arar o solo é utilizando o arado de aivecas. A procura por esse arado tem aumentado em alguns setores da agricultura, por apresentar algumas vantagens, como maior penetração no solo, podendo chegar a até 40 cm, por conseguinte, torna-se mais eficiente na descompactação do solo (rompimento de camada adensada). Pelo formato das ferramentas, executa melhor o enterro de plantas vivas e restos vegetais. Como desvantagens, pode ser considerada a dificuldade para trabalhar em áreas onde existem muitos tocos e raízes, e exige maior potência na tração para realizar aração profunda. Conforme observa-se na Figura 3.1 (B), o trabalho realizado pelo arado de aivecas resulta em melhor qualidade de enterro de coberturas vegetais vivas ou restos de cultura, porém, a superfície fica irregular, sugerindo uma gradagem de nivelamento (grade leve).

Figura 3.1 | (A) Aração com trator e arado de discos (B) Aração com trator e arado de aivecas



Fonte: (A) <http://agropecuariabrasil.com/catalogo.php?id_c=2>. (B) <<http://www.maschio.com/assets/Uploads/W00226298RDepliant-Gamma-Aratri-PTlr.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

Os principais pontos de regulagem de um arado acoplado aos três pontos de levante hidráulico do trator são: centralização (alinhamento) do arado em relação

ao centro do trator, feito por meio das correntes estabilizadoras laterais (primeiro e segundo ponto de engate); nivelamento transversal, feito através da manivela do braço direito de suporte do engate inferior (segundo ponto de engate inferior); nivelamento longitudinal, feito através do braço retrátil de engate do terceiro ponto (engate superior); regulagem de profundidade através da roda guia do arado e complementada no braço de engate retrátil de terceiro ponto.



Exemplificando

Os arados são implementos extremamente versáteis apresentados em diversos modelos e constituições, exigindo, para cada modelo, regulagens diferentes, para que se possa usufruir de todo seu potencial produtivo. Por exemplo: arado de discos ou de aivecas reversíveis, de discos ou aivecas fixos, de levante hidráulico, de arrasto, tamanho dos discos ou aivecas, número de discos ou aivecas. Dentre as regulagens exigidas, estão: bitola do trator, tipo de rodagem (tamanho dos pneus) regulagem longitudinal, transversal, centralização, profundidade, largura de corte e ângulo de corte. Com base nestas informações, é importante complementar os conhecimentos acessando o manual de uso e operação do modelo que irá utilizar.

Sugestão: consulte um manual de operação fornecido pelo fabricante, como exemplo, disponível no site: <<http://www.baldan.com.br/conteudo/arh-arado-reversivel-hidraulico.html>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

(Manual de instruções AHR, baixar arquivo)

OBS.: este procedimento pode ser adotado para qualquer implemento, basta selecioná-lo no site da empresa em Produtos.

As grades são implementos destinados ao preparo do solo, visando seu destorroamento e nivelamento, possibilitando condições adequadas ao processo de semeadura. Dentre as funções de uma grade, podemos citar: desagregar torrões, nivelar o solo, desagregar a camada superficial do solo, cortar e incorporar superficialmente culturas, incorporar sementes, adubos e corretivos (distribuídos a lanço), eliminar plantas invasoras (que possam concorrer com a cultura).

Estão disponíveis no mercado diversos modelos de grades, dentre as mais utilizadas podemos citar grades de dentes, de molas e de discos, tração animal ou mecânica, de arrasto ou sistema hidráulico de três pontos (SHTP) com corpo de órgãos ativos (discos ou dentes) de ação simples, dupla, tandem e *off-set*. As grades são ainda classificadas de acordo com a função específica que exercem no preparo do solo, por exemplo: grades pesadas com discos recortados em ambas as seções,

com diâmetro de até 36 polegadas, possuem maior espaçamento entre discos. As grades intermediárias, com as mesmas características que a grade pesada, porém com discos menores de até 32 polegadas de diâmetro e as grades leves ou niveladoras com discos de até 22 polegadas de diâmetro, menor espaçamento entre discos, cuja função é desmanchar torrões e nivelar o solo.

As principais regulagens das grades, especialmente de arrasto, que são as mais utilizadas, são: ângulo horizontal das seções, ângulo "0", os discos rolam à medida que se aumenta o ângulo cria-se uma área de ataque do disco em relação à linha de deslocamento, aprofundando o disco no solo, nivelamento longitudinal, nivelamento transversal, ângulo de tração feito na barra de engate da grade em relação ao cabeçalho de engate na barra de tração do trator.



Pesquise mais

As grades são implementos extremamente versáteis apresentados em diversos modelos e constituições, exigindo, para cada modelo, regulagens diferentes para que se possa usufruir de todo seu potencial produtivo. Por exemplo: grades aradoras (pesadas), grades intermediárias e grades niveladoras (leves). Grades de arrasto sem controle remoto e com controle remoto e grades acopladas ao sistema de levante hidráulico do trator.

Dentre as regulagens exigidas estão: bitola do trator, tipo de rodagem (tamanho dos pneus), regulagem longitudinal, transversal, centralização, largura de corte e ângulo de corte. É importante complementar seus conhecimentos acessando o manual de uso e operação do modelo que irá utilizar.

Sugestão: consulte um manual de operação fornecido pelo fabricante, como exemplo disponível em: <<http://www.baldan.com.br/conteudo/gspcr-grade-aradora-super-pesada-controle-remoto.html>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

(Manual de instruções GSPCR, baixar arquivo)

OBS.: este procedimento pode ser adotado para qualquer implemento, basta selecioná-lo no site da empresa em Produtos.

A exploração constante do solo o coloca sob condição de compactação causado pela circulação das máquinas, pelo uso constante dos implementos, arados ou grades, causando o que se chama de **pé de arado ou pé de grade**, que nada mais é do que uma camada adensada na profundidade de trabalho das ferramentas destes implementos, evitando e/ou dificultando a infiltração de água e,

também, das raízes das culturas. Os subsoladores são implementos que mobilizam parcialmente a superfície do solo, efetuando a desestruturação de camadas adensadas (compactadas) até uma profundidade de 50 cm. Tecnicamente, este implemento pode realizar escarificação leve com profundidade de 5 a 15 cm, escarificação pesada com profundidade de 15 a 30 cm e subsolagem com profundidade acima de 30 cm. Dentre as vantagens da escarificação/subsolagem, podemos citar: mobilização mínima da superfície do solo, não provoca inversão da camada superficial, diminui os processos erosivos, melhora a infiltração e retenção de água e facilita a penetração do sistema radicular das culturas.

Os subsoladores/escarificadores podem ser equipados com discos de corte para evitar o embuchamento (quando a cobertura vegetal fica presa no disco) durante o trabalho. O rolo destorrador é utilizado para deixar o solo pronto para o plantio, fusível de segurança para evitar quebra de outras peças no caso de obstáculos. As regulagens devem ser de alinhamento longitudinal e transversal, centralização e profundidade.

Um dos implementos mais modernos de preparo de solo são as enxadas rotativas, que conseguem prepará-lo numa única operação, sua utilização mais comum é no controle de plantas daninhas e no preparo de solo em horticultura, em lavouras extensivas, principalmente de cenoura, beterraba, alho, cebola, entre outras. O uso deste implemento provoca uma desagregação excessiva da camada trabalhada do solo, possibilitando a erosão tanto hídrica quanto eólica.

São implementos acoplados ao SHTP, acionados pela TDP do trator, exigindo regulagens longitudinal e transversal, sendo que o controle de profundidade pode ser feito nas rodas de apoio e complementadas no controle de profundidade e ondulação do sistema hidráulico do trator; temos ainda a regulagem de desagregação feita através da rotação de trabalho, formato da ferramenta (enxada) e quantidade de ferramentas.

Sobre o Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas – racionalização da mecanização:

- O que fazer? Caracteriza as operações agrícolas.
- Como fazer? Caracteriza a maneira de fazer.
- Quando fazer? Ordenar cronologicamente as operações.

A adoção de sistemas de produção, como o plantio direto ou o preparo convencional, a escolha da cultura a ser implantada e a sua inter-relação com o clima, solo e a economia são fatores que dependem da análise realizada pelos técnicos responsáveis pelo empreendimento. Uma das formas de apresentação dos resultados é por meio do Gráfico de Gantt, técnica de análise operacional que

emprega um mapa para registro das operações, que serão ou já foram executadas, cujo objetivo é o seu planejamento e controle cronológico. Para começar a elaboração do gráfico, a partir de agora você realizará o levantamento das operações, que são realizadas em cada uma das fases de implantação da cultura, bem como os implementos necessários em cada uma.

Tomando como exemplo o planejamento das operações agrícolas requeridas para a implantação de uma área de 200 ha de milho para produção de grãos, a primeira etapa seria o conhecimento das particularidades da área para orientar qual é o melhor tipo de implemento para o preparo do solo.

Sem medo de errar

Visto os procedimentos necessários à correta tomada de decisão, considerando a necessidade de orientar a implantação e condução de uma área de 200 ha de lavoura de milho para produção de grão, foi feita a visita *in loco*, na qual constatou-se que o preparo de solo poderia ser dentro do classificado como periódico (convencional), pela área em questão já ter sido explorada com outras culturas. A textura do solo da área, conforme constatado visualmente e confirmado pela análise de solo, é classificada como de textura média, apresentando compactação entre 10 e 15 cm de profundidade, o que pode ser resolvido com uma aração. Com base nestas constatações, recomenda-se optar pelo preparo utilizando uma aração seguida de gradagem, com grade pesada de discos recortados de 32 polegadas e, na sequência, para o destorroamento e nivelamento final adequando do solo para o semeio/plantio, a utilização de uma grade leve (niveladora) com discos de 22 polegadas.

Importa esclarecer que não seria adequado optar pelo cultivo mínimo por ter na área infestação de plantas invasoras, as quais teriam que ser eliminadas com operações mais severas, com aração e gradagem, e o sistema de plantio direto (SPD) não seria recomendado pela área não ter sido preparada para receber este sistema. Ressalta-se que são necessários procedimentos de preparo da área para receber o SPD, como: preparação do agricultor, por tratar-se de um sistema complexo, exigindo do agricultor conhecimento; treinamento e gerenciamento da mão de obra envolvida; correção da acidez e fertilidade do solo; adoção de um sistema de conservação de solo adequada (curvas de nível e/ou terraços); adequação das máquinas e implementos para as operações do SPD, dentre outros.



Atenção

A escolha adequada do implemento em relação ao trator é importante, sob pena de problemas na execução do trabalho, e deve ser complementada com uma regulagem adequada do implemento para

a realização de um trabalho de qualidade com o máximo de eficiência do conjunto trator-implemento.

Avançando na prática

Preparo periódico de solo: qual implemento utilizar? Arado ou grade?

Descrição da situação-problema

Os solos para receberem uma cultura deverão estar em perfeitas condições de preparo, o que inclui sua descompactação, o que permitirá um bom desenvolvimento do sistema radicular da cultura e facilitará a absorção da água, com sistema de conservação (curvas de níveis ou terraços) devidamente adequados à topografia da área e, no caso de adoção de preparo periódico, com a superfície perfeitamente destorroadada e nivelada para receber as sementes da cultura que será implantada.

Em relação ao preparo do solo propriamente dito, o agricultor, proprietário da área, está em dúvida sobre que implemento deverá utilizar, se arado de discos ou grade pesada. Deveremos auxiliá-lo a tomar esta decisão de como proceder. Dessa forma, que parâmetros devem ser considerados para a escolha do implemento a utilizar para o preparo do solo desta área?

Resolução da situação-problema

A questão proposta exige algumas reflexões para que possamos tomar uma decisão técnica adequada à realidade da propriedade do agricultor. O primeiro passo é uma análise *in loco* criteriosa da área em questão, onde deverão ser observadas as características da área, como: tipo de cobertura do terreno, a topografia e, principalmente, a textura do solo, bem como se está sucessível a encharcamento ou não, tendo-se o cuidado de analisar, também, se ele está compactado, se existe pé de grade ou de arado, e qual foi o implemento utilizado no preparo deste solo nas últimas safras. A análise destes aspectos possibilitará que a escolha do implemento para o preparo do solo desta área (arado ou grade pesada) seja feita de maneira técnica correta.

Dessa forma, o primeiro fator a ser analisado é a textura do solo, a qual é obtida por meio de uma análise de solo feita em laboratório, dessa forma será conhecida a sua constituição físico-química. O solo classificado como argiloso é mais propenso à compactação, especialmente se estiver em condições de maior umidade. Outro fator importante é o tipo e a intensidade da cobertura vegetal, que poderão influenciar no tipo de implemento que deverá ser utilizado no preparo do solo.

Baseado nestas informações e conhecendo a profundidade de trabalho do

arado (20 a 30 cm) e da grade pesada (10 a 20 cm), podemos orientar o produtor se precisará ou não utilizar a grade pesada no preparo desta área, regulando-a para trabalhar na profundidade máxima, sendo que a atuação desta deverá ser seguida por outra gradagem, utilizando uma grade leve (niveladora) para efetuar o destorroamento e nivelamento do terreno, adequando-o à operação de semeio da cultura.

Faça valer a pena

1. O solo, quando está com alguma cultura sendo produzida, pode sofrer agressões em sua constituição física, química e biológica, afetando sua característica inicial. A intensidade deste processo depende grandemente das condições de manejo que o solo é submetido, além das características específicas de cada local.

A degradação do solo pode ser acelerada devido a(ao):

I - Situações de uso intensivo, como em agricultura irrigada, ou onde se produz safra e safrinha.

II – Solo cultivado duas ou até três vezes por ano.

III – Tráfego intenso de máquinas ou preparo de solo em condições inadequadas.

De acordo com as afirmações, assinale a alternativa correta:

- Somente a afirmação I está correta.
- Somente a afirmação II está correta.
- Somente a afirmação III está correta.
- As afirmações I, II e III estão corretas.
- Somente as afirmações II e III estão corretas.

2. O preparo de solo para implantação de culturas de interesse econômico compreende operações que vão desde o desmatamento, destoca, enleiramento, aração, subsolagem, gradagem, dentre outras, dependendo das condições em que se encontra a área.

Na prática agrícola usual, como é classificado o preparo de solo para implantação de culturas de interesse econômico, empregando-se grade pesada e grade niveladora antecedendo o semeio?

- Preparo periódico (convencional) de solo.
- Preparo inicial de solo.
- Preparo periódico de solo e diário de solo.

- d) Preparo inicial e mensal de solo.
- e) Preparo periódico de solo e anual de solo.

3. O preparo do solo pode compreender operações múltiplas com diversos implementos, normalmente uma aração e uma gradagem pesada e/ou de nivelamento para adequá-lo a receber a operação de semeio da cultura. Não pode ser esquecido que cada operação altera a estrutura do solo, podendo produzir dois efeitos nocivos.

Quais são os efeitos nocivos ou maléficos ao solo que o uso de operações múltiplas pode trazer?

- a) Evitar a erosão e descompactar a camada arável do solo.
- b) Compactação e facilidade de circulação de máquinas e implementos.
- c) Descompactação e revolvimento superficial do solo.
- d) Descompactação e absorção da água da chuva.
- e) Compactação e exposição a ação das chuvas, que pode resultar em erosão.

Seção 3.2

Sistemas de plantio/semeadura

Diálogo aberto

Caro estudante! Comprovadamente, a mecanização tem influenciado de forma decisiva o desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial. Já estudamos a origem da mecanização, abordando o desenvolvimento dos motores, sua utilização nos tratores, que são considerados um dos principais equipamentos agrícolas, os implementos que atendem as mais variadas necessidades em uma propriedade agropecuária, incluindo as formas de preparo do solo para implantação (plantio e semeadura) de culturas.

A área escolhida por você para implantação da cultura do milho apresenta características que fizeram com que fosse adotado o preparo de solo convencional. Agora, como próxima etapa de produção, você terá que orientar qual será o modo de semeadura adotado e, para isso, você analisou que, além das particularidades já conhecidas da área, como a presença de cobertura vegetal viva densa, porém, de porte baixo, a topografia apresentou, aproximadamente, 0,3% de inclinação. Dessa forma, você questionou: isso poderia influenciar na utilização de máquinas nessa etapa da implantação da cultura? Para a continuidade da implantação da cultura do milho, você terá que decidir qual sistema de plantio será adotado: convencional ou direto? Quais semeadoras deverão ser utilizadas: convencionais ou de plantio direto? E em relação aos procedimentos de regulagem, como deverão ser realizados?

Lembre-se de que esses conhecimentos adquiridos sobre a semeadura irão contribuir para a elaboração de um Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas para a propriedade. Muito bem, agora é a sua vez. Vamos começar?!

Não pode faltar

O sucesso no processo de produção de uma cultura está intimamente ligado ao manejo do solo, a primeira e, pode-se dizer, mais importante etapa. A análise dos registros históricos demonstra que o preparo do solo antigamente era limitado a operações bastante simples e, com certeza, bastante árduas, exigindo muito

esforço do trabalhador, mesmo utilizando a força animal disponível na época.

Preparar o solo significa adequá-lo para receber as sementes, partes vegetais (colmos, hastes) ou mudas que serão implantadas na área de produção. Pode compreender procedimentos de retirada de cobertura vegetal como árvores e arbustos em áreas que nunca foram cultivadas, incluindo derrubada, destoca, limpeza da área (enleiramento), acerto da superfície para que as máquinas e os implementos agrícolas possam transitar. Esta situação chama-se preparo inicial.

Podemos, ainda, considerar que o preparo de solo pode eliminar possíveis camadas compactadas, possibilitando melhor infiltração da água e circulação de ar entre as partículas de solo, pode auxiliar na incorporação e mistura no solo de corretivos e fertilizantes e, eventualmente, de agroquímicos, como inseticidas e herbicidas, incorporação de restos vegetais, facilitando sua decomposição e consequente melhoria do percentual de matéria orgânica no solo, nivelamento da superfície do solo, proporcionando condições de trabalho adequadas especialmente das semeadoras, adequação do solo para diminuir ou eliminar possíveis efeitos de chuvas, construindo curvas de nível ou terraços, adequação do terreno para irrigação (construindo diques, canais e sulcos).

A seleção das máquinas e dos implementos para os diferentes sistemas de preparo de solo estão condicionados ao preparo convencional, usualmente utiliza-se a aração, a descompactação (subsolagem) se necessária, duas gradagens e, consequentemente, ao sistema de plantio que será adotado, da força de tração que se tenha disponível, além das características que se deseja dar ao solo, a energia consumida e a capacidade efetiva de trabalho. Por isso, podemos afirmar que a forma de preparo do solo está intimamente ligada à forma de plantio, ou seja, se o preparo for convencional (periódico), a forma de plantio será também convencional (Figura 3.2 A) e, se o preparo for direto, o plantio será também direto (Figura 3.2 B).

Figura 3.2 | Sistemas de plantio: (A) plantio convencional e (B) plantio direto



Fonte: (A) <<http://cdn.ruralcentro.com.br/1/2013/10/31/plantio-de-soja-no-brasil.jpg>>. (B) <<http://www.canaldacana.com.br/public/noticias/3967-plantio-de-soja-2.jpg>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

O sistema de plantio convencional, aplicado a solos com preparo convencional, é utilizado para as mais diversas culturas, sejam hortícolas (pequenas ou grandes áreas), anuais (soja, milho, feijão, algodão, arroz) e perenes (citros, café, outras frutas), e ainda representa áreas significativas de exploração.

Ao fazermos uma retrospectiva, vamos constatar que há algumas décadas a visão do produtor rural era de que um solo bem preparado era aquele bem revolvido, de preferência com bastante profundidade. Comprovadamente, estas práticas além de causarem maior gasto de tempo no preparo do solo e, conseqüentemente, maior custo de produção, empobreciam o solo pela exposição à ação direta do sol e da chuva; destruíam, também, a matéria orgânica, tornando o solo menos fértil, exigindo maior quantidade de fertilizante por ocasião do plantio.

Nesse sentido, com a intenção de diminuir a exposição do solo à ação direta do sol e chuvas e, ainda, proporcionar o aumento do teor de matéria orgânica procurando racionalizar e, se possível, reduzir os custos e minimizar o tempo de trabalho no preparo do solo, práticas como aração e gradagens começaram a ser deixadas de lado e outros modelos de produção começaram a ser testados, especialmente aqueles que exigiam menos operações de preparo para o plantio, principalmente os que revolvessem menos o solo procurando mantê-lo coberto com restos ou qualquer outra cobertura vegetal por mais tempo possível até o momento do plantio.



Assimile

Dos diferentes processos de preparo de solo e suas características normalmente empregadas pelos agricultores, destacam-se:

Sistema convencional de preparo (periódico): usualmente, uma aração (arado de discos), uma gradagem pesada e uma leve, proporcionando condições adequadas de plantio.

Sistema de cultivo mínimo: está intimamente ligado à quantidade de operações para o preparo de solo para que ele tenha condições adequadas ao plantio, à germinação e ao desenvolvimento da planta, normalmente resume-se a uma escarificação com implemento conjugado com um rolo destorroadado e, na seqüência, o plantio.

Sistema de plantio direto: também chamado de conservacionista, entende-se por aquele em que não se faz qualquer movimentação do solo antes do plantio, salvo o manejo de cobertura vegetal, viva ou morta, com o objetivo de dar condições adequadas à operação de plantio, permitindo que a semeadora possa transitar executando a semeadura de forma eficiente.

Esta perspectiva levou agricultores a encontrarem o Sistema de Plantio Direto (SPD), que é uma tecnologia conservacionista que teve seu embrião no Brasil, na década de 70, no estado do Paraná, e apresentou grande desenvolvimento a partir da década de 1990 em outras regiões produtoras, especialmente de milho, soja e trigo.

O SPD se resume em manejar a cobertura do solo mecanicamente, quando necessário, pois, em regiões onde é possível colher e imediatamente plantar outra cultura, aproveitam-se os restos culturais (folhas, talos e palhas) como cobertura do solo e em seguida executa-se o plantio sem nenhuma operação de preparo. Caso seja necessário o manejo de cobertura vegetal, os implementos recomendados são, de preferência, com "rolo faca", que tritura melhor a cobertura facilitando o plantio; na falta do "rolo faca", pode-se utilizar a roçadeira, ou com o uso de produto químico (herbicida dessecante), dando condições de efetuar plantio/semear. Esta operação exige a utilização de semeadoras adequadas para o tipo de trabalho.

É um sistema de produção que requer cuidados na sua implantação, mas, depois de estabelecido, seus benefícios se estendem não apenas ao solo, mas também ao rendimento das culturas e promove uma maior competitividade dos sistemas agropecuários. Devido à drástica redução da erosão, reduz também o potencial de contaminação do meio ambiente e oferece ao agricultor maior possibilidade de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada em comparação aos métodos tradicionais de manejo de solo.

O SPD fundamenta-se em três princípios: o mínimo movimento do solo; mantê-lo permanentemente coberto com palha (restos culturais); e rotação de culturas, cujo benefício é colocar culturas de outra família que são pouco suscetíveis às mesmas pragas e doenças da anterior.

A presença de cobertura sobre o solo é de vital importância para o SPD, pois, dessa forma, é possível evitar perdas causadas pela erosão que, além de ser prejudicial ao solo, carrega para os cursos da água fertilizantes e outros produtos químicos, constituindo-se em fonte de poluição e degradação dos rios e outros mananciais.



Exemplificando

A cobertura é resultante dos restos vegetais (palhas e talos) que permanecem sobre o solo da cultura que foi colhida. Por exemplo, pode ser formada por uma cultura que foi cultivada para este fim, que no sistema de plantio direto é chamada de plantas de cobertura.

Essas plantas devem ser semeadas em situações em que o intervalo entre um plantio e outro é muito longo e os restos da cultura colhida não irão ser suficientes para manter o solo coberto, via de regra, estas

plantas deverão ser manejadas antecedendo o plantio da nova cultura, utilizando-se rolo faca, triturador tipo triton, roçadora (menos indicada por não triturar a cobertura, apenas cortá-la) ou descante químico via pulverização, que deve ser feito pelo menos 10 dias antes do plantio da cultura.

Embora possa parecer simples, o SPD consiste em um conjunto complexo de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo a mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção constante da cobertura do solo, diversificação de espécies, minimização ou supressão do intervalo de tempo entre colheita e semeadura. Esse sistema deve estar associado à agricultura conservacionista de forma a contribuir para conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo, aumento na relação custo/benefício, redução do consumo de energia fóssil (óleo diesel) e do uso de agrotóxicos.



Faça você mesmo

Para adoção do Sistema de Plantio Direto de maneira eficiente, é indispensável que se adote um programa de rotação de culturas. Por que é importante a adoção da rotação de cultura? É importante saber como proceder para executá-la? Leia o texto de José Carlos Cruz e colaboradores, que aborda o Sistema de Plantio Direto. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html>. Acesso em: 25 ago. 2016.

Antecipando a utilização desta estratégia de plantio, algumas providências devem ser adotadas, como, necessariamente, o planejamento rigoroso que antecipará o início da implantação do cultivo, tais como:

- O treinamento do agricultor: considerando a complexidade do sistema, é importante para que este tenha conhecimento detalhado de cada etapa que envolve o trabalho com duas ou mais culturas e, outras vezes, a chamada integração entre duas atividades, como a agricultura e a pecuária.
- Preparar tecnicamente a equipe envolvida no processo de SPD, administrador, trabalhadores, operadores de semeadoras/plantadoras, pulverizadores, tratores e colhedora.
- Efetuar a descompactação do solo antes da implantação do plantio direto.
- Correção da acidez do solo com aplicação do corretivo (calcário).
- Correção de fósforo e potássio, caso a análise de solo mostre necessidade.

- A cobertura morta deve estar presente em pelo menos 80% da área de cultivo, este requisito pode variar de acordo com a região, pois as possibilidades de variação das culturas exploradas e cobertura vegetal (viva ou morta) do solo poderão variar em função das condições de clima de cada região.
- Colhedoras devem estar equipadas com picador de palhas e difusor para que o material orgânico seja distribuído uniformemente na área, protegendo o solo da ação direta do sol e da chuva.
- As principais espécies de plantas utilizadas como fonte de material para cobertura são as graminhas, como milho, sorgo, milheto, aveia-preta, aveia-branca, arroz, centeio e triticale. Dentre as plantas leguminosas, temos o nabo-forrageiro, crotalárias, mucuna, guandu e ervilhacas.

A estrutura básica das semeadoras para plantio convencional e direto é semelhante, apresentando: depósito de sementes, depósito de adubo e sulcador de adubo (semeadora-adubadora), roda de apoio e motora dos mecanismos semeadores, sulcador de semente, tapador de semente, compactador, arcador de linha semeada. Quando para plantio direto, recebem as ferramentas de corte da cobertura morta do solo (discos de corte lisos ou ondulado), conjunto de abertura do sulco para colocação das sementes (enxada rotativa, discos duplos ou facão).

Basicamente, existem três tipos de máquinas (semeadoras e/ou semeadoras adubadoras) de plantio direto: as que utilizam enxada rotativa, as que utilizam discos e as que utilizam facas.

Semeadoras-adubadoras com enxadas rotativas possibilitam uma boa distribuição e incorporação do adubo em faixa, é bastante resistente e a semente é lançada rente ao solo atrás das lâminas. Entretanto, como algumas desvantagens, está a necessidade de tratores de maior potência; as lâminas de corte se desgastam rapidamente, especialmente em solo arenosos; e em solos ondulados apresenta dificuldade de trabalho e baixo rendimento.



Pesquise mais

As máquinas (semeadoras) utilizadas no SPD desempenham papel importante para que o processo tenha sucesso. O uso da máquina correta para cada situação define a possibilidade de acerto. Aumente seus conhecimentos sobre o assunto acessando: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=963>. Acesso em: 25 ago. 2016.

As semeadoras-adubadoras com discos de discos por serem, na maioria, de grande porte são tracionadas pelo trator, sendo a penetração no solo feita individualmente pelo fato de os discos de corte serem montados na barra porta-ferramenta com a finalidade de acompanhar as pequenas ondulações do terreno. Trabalha com tratores de menor potência que os que utilizam enxada rotativa.

As semeadoras-adubadoras com sistema de faca são ferramentas mais baratas, também utilizadas em semeadoras convencionais adaptadas para SPD, cujos resultados não são os adequados ao sistema por provocarem uma movimentação excessiva de solo, formação de torrões, especialmente se o solo estiver com pouca umidade, coloca as sementes de forma inadequada e ocorrem problemas sérios de embuchamento (quando os restos culturais ficam presos no maquinário).

Dentre os cuidados com as semeadoras, evidencia-se: manutenção periódica conforme recomendação do fabricante, verificação geral com eventual substituição de peças no final da safra (ao término do plantio das lavouras) e antes de iniciar nova utilização, verifica-se especialmente engrenagens, conjunto de corte (discos) e de distribuição de sementes e adubo, se for o caso, discos duplos de corte do conjunto de semente, limitadores de profundidade, compactadores, condutores de adubo, se for o caso, e de sementes.

O mercado disponibiliza os mais variados modelos de máquinas que se adequam às necessidades do produtor, podendo ser de tração animal, tração mecânica montada (acoplada ao sistema de levante hidráulico) ou de arrasto de 1, 10, 20 ou mais linhas de plantio, semeadora ou semeadora conjugada (semeadora-adubadora).

As regulagens necessárias das semeadoras acopladas (montadas) são nivelamento longitudinal feito no 3º ponto de engate e nivelamento transversal feito no 2º ponto de engate (braço inferior direto), nas semeadoras de arrasto o nivelamento longitudinal é feito no engate da barra de tração e o transversal basicamente na calibragem dos pneus da semeadora. O espaçamento entre linhas depende da cultura, basicamente nos números ímpares de linhas, a primeira linha é montada no centro do chassi e as demais uma para a direita e outra para a esquerda. Se o número de linhas for par, marca-se o centro do chassi e divide-se

meio espaçamento para a direita, coloca-se uma linha, e meio para a esquerda, coloca-se outra linha.

A regulagem do fluxo de sementes em semeadoras e fluxo contínuo ocorre pela:

Q (kg/ha) – quantidade de semente recomendada por ha;

e (m) – espaçamento entre linhas;

Perímetro da roda de acionamento (m) e n° de voltas;

L (m) – distância percorrida;

G (%) – germinação;

P (%) – pureza;

Dm (%) – dano mecânico;

Dr (%) – deslizamento das rodas de acionamento.

$$q_{(g/n^\circ \text{ voltas})} = \frac{Q \times e \times p \times n^\circ \text{ voltas}}{10 \times G \times P \times (1 - D_m) \times (1 - D_r)}$$

Nas semeadoras de precisão, para a calibragem de distribuição das sementes, devemos considerar: o uso de lubrificante (grafite, talco) para facilitar o deslizamento das sementes (3 a 4g/kg de semente); nas semeadoras de distribuição mecânica deve-se fazer a ajustagem (seleção) dos discos perfurados em função das sementes a serem distribuídas, seleção dos suportes dos discos em função da espessura dele; nas semeadoras de precisão pneumática, fazer a adequação da semente/célula/furo por tamanho e peso; e ajustar a relação de distribuição.

N° plantas /ha = 71.500;

Espaçamento = 0,70 m;

Germinação (%) = 80%;

Pureza (%) = 98%;

Danos mecânicos (Dm) = 0%;

Deslizamento nas rodas de acionamento (Dr) = 10%.

$$n^\circ \text{ plantas/m} = \frac{71.500 \times 0,70}{10.000} = 5 \quad n^\circ \text{ sem/m} = \frac{5}{0,80 \times 0,98 \times 1,00 \times 0,90} = 7,1 \text{ sem/m}$$

A escolha dos furos é feita de acordo com as características das sementes:

Nº de furos = 30;

D (diâmetro) = 0,785 m (56 lb/pol²);

P (perímetro) = $p = r \times 0,785 = 2,47\text{m}$.

$$Rt = \frac{n^{\circ}\text{sem/m} \times p}{n^{\circ}\text{furos/disco}} = \frac{7,1 \times 2,47}{30} = 0,585$$



Refleta

No SPD, o solo é revolvido apenas no sulco, onde são depositados sementes e fertilizantes. As plantas infestantes são controladas por herbicidas e não existe preparo do solo além da mobilização no sulco de plantio, consumindo menos operações mecanizadas e, logicamente, o custo de produção será menor. Com todos estes aspectos positivos, será que existem pontos negativos do plantio direto?

Sem medo de errar

Analisando o preparo de solo escolhido em função da gleba na propriedade para a implantação da cultura de milho e, considerando que o sistema de plantio está intimamente ligado ao sistema de preparo de solo, o preparo adotado na referida área foi convencional com aração seguida de distribuição de corretivo e gradagem pesada seguida de uma gradagem leve (nivelamento), logo o sistema de plantio deverá ser convencional, utilizando semeadora de precisão mecânica ou de precisão pneumática.

Feita a análise *in loco* da área, observou-se que a cobertura vegetal viva é bastante densa, porém, de porte baixo, apresentando ainda restos culturais (da cultura anterior), a topografia é levemente inclinada (em torno de 0,3%), o que irá influenciar na semeadura, já que é importante adotar cuidados conservacionistas (implantação de curvas de nível e/ou terraços de base larga) e, por a área ser inclinada, ela não está sujeita a encharcamento, por isso não há necessidade de uso de descompactador (subsolador), pois na gleba foi feita subsolagem no preparo inicial, assim como a aplicação de corretivo.

Baseado nas informações, concluiu-se que o preparo de solo deveria ser

convencional, o que, por consequência, sugere que o sistema de plantio também seja convencional, já que o sistema de plantio direto está baseado na não movimentação (revolvimento) do solo, e este recebeu aração, aplicação de corretivo, uma gradagem pesada e outra de nivelamento.

Em relação à adequação da semeadora convencional para executar o plantio, você deverá observar a forma de acoplagem ao trator (montada ou de arrasto), execução dos nivelamentos longitudinal e transversal, regulagem de vazio das sementes com escolha correta do mecanismo de distribuição em função da densidade populacional desejada, considerando distância entre linhas de plantio, número de sementes por metro, percentual de germinação, percentual de pureza, percentual de danos mecânicos e percentual de deslizamento das rodas de acionamento do mecanismo de distribuição da semeadora.

Cada máquina ou implemento dispõe de um Manual de Instruções de uso e funcionamento que possui todas as orientações ao proprietário e ao operador, as especificações técnicas da máquina, componentes, instruções de montagem, de preparação para o trabalho, de regulagem e operação, normas de segurança, manutenções periódicas e opcionais que podem ser acoplados à máquina. Este material deve ser utilizado para dirimir dúvidas sobre os aspectos citados, ressaltando que ler e entender este material é obrigação do proprietário, do responsável técnico e do operador.

Avançando na prática

Sistema de plantio direto em horticultura

Descrição da situação-problema

Conhecendo a gama de vantagens da adoção do sistema de plantio direto, um produtor de hortaliças procura você para que o oriente sobre a possibilidade de implantar o Sistema de Plantio Direto (SPD) em sua área de produção de olerícolas. Você sabe que a produção de hortaliças é, geralmente, baseada em intensa e frequente mecanização, na utilização intensiva e crescente de insumos e, ainda, que em muitas regiões de produção de olerícolas, especialmente em áreas montanhosas com topografia acidentada, os processos erosivos e o esgotamento dos recursos naturais são alarmantes, além do agravamento dos problemas fitossanitários decorrentes de um ciclo de empobrecimento crescente do solo.

Dessa forma, é possível dotar o SPD nessa área? Quais são as vantagens do SPD para a produção? Quais são os pré-requisitos que devem ser atendidos antes da implantação? Há necessidade ou não de equipamentos apropriados ao sistema?

Resolução da situação-problema

Para a adoção do SPD na horticultura, deve-se considerar que as hortaliças, em geral, não proporcionam resíduos de palhada em quantidade adequada à manutenção do sistema, devendo-se incluir espécies de plantas de cobertura na sucessão de cultivos com as hortaliças.

Entende-se por plantas de cobertura aquelas espécies com elevado potencial de produção de matéria seca, com profundo e vigoroso sistema radicular, que têm a capacidade de reciclar nutrientes e, após sua decomposição, tornar o solo leve e poroso, promovendo bom enraizamento do cultivo subsequente. Sugere-se então, como planta de cobertura, o uso de gramíneas, preferencialmente consorciadas a leguminosas e outras espécies.

Por outro lado, poderemos ter como consequência da adoção do SPD a necessidade de máquinas com implementos adaptados ao sistema que possam trabalhar em solos com restos vegetais, possível aumento da incidência de pragas devido ao ambiente favorável (maior umidade), o que poderá levar ao aumento no uso de agrotóxicos.

É de fundamental importância que, antes da implantação do SPD, sejam tomadas algumas providências, dentre elas estão: limpeza geral da área com retirada de todas as espécies de plantas existentes; amostrar o solo e submeter à análise para conhecimento detalhado de suas características físico-químicas e possíveis deficiências (pH e fertilizantes); em se tratando de horta, dê preferência a adubos orgânicos; utilize sementes e/ou mudas de procedência confiável; a utilização de tratores deve se restringir às operações que não possam ser realizadas com outra fonte de potência; controle rigoroso no uso de irrigação, realizando somente quando necessário e na quantidade necessária.

Após o manejo das plantas de cobertura por trituração, corte, acamamento e/ou dessecação, efetua-se o plantio, no caso de sementes, ou o transplante de mudas das hortaliças, é necessário ajustar o manejo da irrigação, considerando o efeito da palhada sobre o solo e da adubação, e ainda a decomposição das sobras das plantas que serão aproveitadas como cobertura.

Faça valer a pena

1. No preparo periódico de solo, são executadas múltiplas operações, incluindo aração, gradagem de nivelamento ou gradagem pesada e de nivelamento para eliminar torrões e deixar o solo mais uniforme para receber a operação de semeio da cultura. Entre as implicações destas operações está a eliminação da cobertura vegetal, contribuindo para a exposição do solo às intempéries. Como consequência disso, o solo

poderá:

I – Sofrer erosão eólica.

II – Sofrer erosão hídrica.

III – Ter a flora microbiana destruída pela ação direta do sol.

Com base nas afirmações, assinale a alternativa correta:

a) Apenas I está correta.

b) Apenas II está correta.

c) Apenas III está correta.

d) I, II e III estão corretas.

e) Apenas I e II estão corretas.

2. Atualmente, a prática presente na maioria dos processos de cultivo utilizados por ser de suma importância no manejo e conservação de solo, da água e do meio ambiente, além de proporcionar grande economia no custo de produção das culturas cultivadas, é chamada de Sistema de Plantio Direto (SPD).

Por qual razão ou razões esse sistema é chamado de plantio direto?

a) Porque o semeio/plantio é feito depois de uma gradagem de nivelamento.

b) Porque o semeio/plantio é feito depois de uma aração e de uma gradagem de nivelamento.

c) Porque o semeio/plantio é feito depois de uma subsolagem e uma aração.

d) Porque o semeio/plantio é feito depois de uma aração e uma pulverização.

e) Porque o semeio/plantio é feito depois do manejo (mecânico ou químico) da cobertura do solo.

3. O Sistema de Plantio Direto (SPD), cujas operações se resumem em manejar a cobertura do solo mecanicamente (com rolo faca ou roçadora), ou com o uso de produto químico (herbicida dessecante), dando condições de efetuar plantio/semeio, tem como fundamentos:

() O mínimo revolvimento do solo.

() O uso sistemático de cultivadores rotativos.

() Manter o solo permanentemente coberto com palha (restos de culturas).

() Preparar o solo somente com grade aradora.

Assinale V para afirmativas corretas e F para as falsas; depois, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- a) V - V - F - F.
- b) V - F - V - F.
- c) F - V - V - F.
- d) F - F - V - V.
- e) V - F - V - V.

Seção 3.3

Implementos e máquinas para plantio/semeadura

Diálogo aberto

Em uma propriedade agropecuária, a rotina de atividade é constante. Por esta razão, o produtor deve ter sempre um planejamento de curto, médio e longo prazo para que possa usufruir de todo o potencial produtivo da propriedade, investindo em conhecimentos relativos às culturas e/ou criações que desenvolve ou que pretenda desenvolver na propriedade.

Reconhecidamente, o desenvolvimento tecnológico do setor agropecuário exige do produtor uma constante atualização para que possa se beneficiar das melhorias de produtos e serviços colocados à sua disposição em qualquer fase da cultura, certo? Você já conheceu as formas de preparo de solo e os implementos desenvolvidos para cada um deles. Conheceu os sistemas de plantio/semeadura e, agora, nesta seção, passaremos a conhecer os implementos e as máquinas para o desempenho da etapa de plantio e semeadura.

Para aplicar seus conhecimentos, continuaremos trabalhando na situação em que você terá que orientar o agricultor na implantação e condução de uma área de 200 ha de lavoura de milho para produção de grãos dentro da propriedade de 2.000 ha. Lembrando que você já escolheu a gleba, a forma e os implementos para executar as operações de preparo.

Agora, você, como agrônomo responsável pela implantação da cultura do milho, está com a preparação do solo realizada para receber o semeio/plantio da cultura. Dessa forma, o que influencia no sucesso da implantação de uma cultura? Qual é a próxima etapa que deverá ser executada após o preparo do solo? Qual é a modalidade de plantio que será adotado: convencional ou direto? No semeio, qual é a importância da correta distribuição das sementes? Na regulagem da semeadora, quais são os principais pontos a serem observados?

A cada etapa executada para a implantação da cultura, mais conhecimentos são adquiridos. Estes serão importantes na continuidade do trabalho e para resolver as questões relativas a esta etapa e à elaboração do Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas.

Não pode faltar

O sucesso nos projetos de produção agropecuária depende de um planejamento cuidadoso e detalhado de cada etapa de produção. Individualmente, cada cultura deve receber atenção especial, escolhendo-se a variedade que melhor se adapte ao clima, altitude, tipo de solo da região, e, ainda, entender, com detalhes, as características e necessidades da espécie que será implantada para alcançar sucesso no projeto. Outro fator fundamental é o preparo de solo, que deverá ser feito de forma adequada em função da modalidade de plantio que será adotada (convencional ou direto) de maneira que, ao ser realizado, as sementes tenham condições adequadas para germinar e se desenvolver.

No Brasil, as primeiras semeadoras foram fabricadas no ano de 1946, no interior de São Paulo, como naquela época a agricultura ainda era movida por tração animal, os manuais de implementos eram dedicados a essa forma de tração.



Exemplificando

ABNT-NB-66 Máquinas para semeadura, plantio e transplante:

- **Semeadoras** – dosam e colocam as sementes no solo.
- **Semeadoras-adubadoras** – dosam e colocam no solo sementes e adubo.
- **Plantadoras** – dosam e colocam no solo partes (exemplo: cana, mandioca, batata).
- **Plantadoras-adubadoras** – dosam e colocam no solo partes (exemplo: cana, mandioca, batata) e adubo.
- **Transplantadoras** – dosam e colocam no solo plântulas ou mudas (exemplo: cebola, alface, eucalipto, arroz e outras).
- **Cultivo mínimo ou plantio direto** – dosam e colocam no solo sementes ou sementes e fertilizantes contendo dispositivos próprios para trabalho em área sem preparo periódico de solo.

As semeadoras são máquinas que têm por objetivo distribuir uma quantidade de sementes pré-determinada no solo, independente da forma de preparo que tenha recebido (convencional ou direto). Para realizar esta função com a eficiência esperada, devem executar as funções de: abrir um sulco no solo; dosar a quantidade de sementes e colocá-las no solo; cobrir e firmar o solo sobre as sementes.

As semeadoras devem ser capazes de regular a profundidade e de posicionar as sementes a espaços uniformes na linha, dando alinhamento à distribuição das sementes, realizando o trabalho com eficiência e rapidez. Para que estes objetivos sejam alcançados, as semeadoras ter capacidade de distribuir sementes de vários calibres (tamanhos), com regularidade de distribuição, de regulação simples, trabalhar com profundidade constante e com velocidades que permitam qualidade do trabalho realizado e eficiência.

A classificação das **semeadoras quanto à maneira de distribuição** das sementes pode ser:

- Em linha contínua (fluxo contínuo): as sementes são lançadas em linha, sem que exista precisão em sua deposição, indicadas para sementes pequenas, onde a quantidade de semente por metro é maior (trigo, aveia, cevada linho e outras).
- Em linha de precisão (discos perfurados horizontais, dedos preensores): na qual as sementes são dosadas, preferencialmente uma a uma e a distância entre cada uma na linha de plantio é relativamente uniforme (milho, feijão, soja, algodão e outras).
- Em linha de precisão pneumática (mecanismos dosadores de sistemas pneumáticos a vácuo): dando-lhe maior precisão na dosagem e no espaçamento das sementes na linha de plantio (milho, feijão, soja, algodão e outras).
- Em linha em grupos: na qual as sementes são colocadas juntas em maior número (3, 4 ,5 ou mais). Pode ser utilizado quando se requer uma maior profundidade de semeadura, ou quando o poder germinativo das sementes é muito baixo, exigindo a colocação de mais de uma semente simultaneamente.
- O semeio a lanço pode ser via aérea e terrestre, onde as sementes são distribuídas de forma aleatória sobre a área, poderão ser umedecidas aumentando seu peso e permitindo a distribuição a distâncias maiores e pré-germinadas (arroz irrigado).

A classificação das **semeadoras quanto à forma** de acionamento dos mecanismos de distribuição das sementes pode ser:

- Acionamento manual, no qual o mecanismo é acionado pelo próprio operador e/ou pelo movimento da máquina.
- Acionamento e/ou tração animal, no qual os mecanismos são acionados/tracionado por animais. Ainda é utilizado em pequenas propriedades ou em áreas declivosas, com versões para o plantio em preparo de solo convencional e plantio direto.



Refleta

As formas de tração das semeadoras podem ser: manual, animal, motorizadas e tratorizadas (mecânicas). Considerando a evolução tecnológica, as semeadoras de tração manual e animal ainda têm lugar na agricultura de hoje? Reflita sobre o assunto, pesquise e esclareça esta dúvida. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52703/1/Plantio-mecanizado.pdf>> e <<http://blog.agropro.com.br/semeadora-de-planto-direto-parte-4/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

O acionamento motorizado apresenta dosadores acionados por motor de combustão interna independente, o deslocamento da semeadora é feito por meio de outra forma de acionamento.

Os acionamentos tratorizados são máquinas (semeadoras) tracionadas/acionadas pelos tratores agrícolas, podem ser: montadas (acopladas ao sistema hidráulico de levantamento de três pontos); semimontadas, que são acopladas apenas nos dois pontos inferiores do sistema de levante hidráulico do trator; e de arrasto, que são acopladas à barra de tração do trator.

As semeadoras também podem ser classificadas **quanto ao mecanismo dosador de semente**, que é responsável por dosá-las e conduzi-las à abertura de saída, sendo classificadas **em linha**: mecanismo dosador-disco perfurado (posicionado vertical, horizontal ou inclinado), ou correia perfurada, ou discos alveolados, ou dedos prensadores, ou orifício regulador, ou pneumático (mais utilizado, atualmente, pela maior precisão no espaçamento entre sementes na linha de plantio); **E a lança**: mecanismo dosador - rotor centrífugo ou canhão centrífugo.

As semeadoras podem ser classificadas ainda **quanto ao material dosado** em: semeadoras que dosam somente as sementes a serem distribuídas no solo; semeadora-adubadora que dosa as sementes e o adubo a ser colocado no solo por ocasião da operação de semeio; semeadora-adubadora-calciadora, que, além das sementes e adubos, dosa e coloca o calcário destinado a corrigir a acidez do solo.

Outro importante tópico a ser ressaltado são os **fatores que afetam a semeadura**. A quantidade de sementes é considerada fundamental para o início do processo de produção de uma cultura, aliado à fertilidade do solo, à quantidade de umidade disponível e controle de ervas-daninhas. Ainda existem outros fatores determinantes para o sucesso ou não do cultivo, como a quantidade de sementes necessárias por unidade de área, que é variável para cada cultura, variedade, densidade pretendida (quantidade de plantas por unidade de área, usualmente a unidade é o hectare) e tamanho das sementes. Pode-se obter a quantidade de

sementes empregando-se a equação:

$$\text{Número de plantas/área} = \frac{\text{Número de plantas/área}}{\%germinação \times \%sobrevivência \times \%pureza}$$

A uniformidade das sementes (tamanho) é importante para que se possa preparar os mecanismos dosadores da semeadora. A cobertura adequada (com terra) das sementes plantadas depende da qualidade do preparo do solo para que a semeadura ocorra uniformemente, possibilitando a sua perfeita cobertura. O teor de umidade do solo por ocasião do plantio, bem como a temperatura e compactação do solo sobre as sementes também são fatores que podem interferir na qualidade da operação de semeio e, conseqüentemente, na germinação e no crescimento da planta. Em relação à máquina (semeadora) a ser utilizada, é importante o tipo de dispositivo de cobertura (este pode causar até cerca de 7% de perda de sementes por injúria mecânica) e de dosador de sementes (apresenta cerca de 3 a 4% de perda por injúria mecânica).



Assimile

As semeadoras para plantio direto devem apresentar características próprias para esta modalidade de plantio: de preferência serem de precisão pneumática, mobilizar o mínimo necessário o solo (somente na linha de plantio), as unidades de semeadura devem possuir disco de corte frontal, disco duplo abridores de sulco para a semente, sistema de aterramento de sulco e de compactação do solo sobre as sementes.

As semeadoras e/ou semeadoras/adubadoras podem ser equipadas com mecanismos dosadores dos tipos rotor acanalado, disco perfurado horizontal, disco perfurado inclinado e disco pneumático. O rotor acanelado, com reentrância na sua periferia, gira dentro de uma reentrância, levando as sementes ao tubo condutor e, daí, ao solo. Para regular a vazão de sementes, deve-se deslocar lateralmente o rotor ou variar, por meio de engrenagem, a sua velocidade de rotação. Esse dosador é mais indicado para sementes pequenas distribuídas em grande densidade, como o arroz, trigo, cevada e outros.

Semeadoras equipadas com discos perfurados trabalham dentro do depósito de sementes na posição horizontal ou inclinada. O disco que opera na posição horizontal é o mais utilizado nas semeadoras, e tem como característica principal a simplicidade de construção e de operação. Por outro lado, esse mecanismo apresenta desempenho insuficiente no que se refere à uniformidade de semeadura, quando essa é feita em velocidade superior a 6 km/h. O disco inclinado difere do horizontal por não possuir raspadores de excesso e expulsor de sementes dos

furos do disco, indicado para sementes graúdas, como feijão, milho e soja.

Semeadoras equipadas com discos pneumáticos podem ser do tipo pressurizado ou a vácuo, a pressurização, ou o vácuo, é produzido por turbina própria da semeadora, que é acionada pela tomada de força do trator. Os dois tipos de discos operam na posição vertical dentro de câmaras que recebem as sementes do reservatório de grãos. Possuem várias células, nas quais as sementes se prendem pelo efeito da pressão ou do vácuo. À medida que o disco gira, as sementes são elevadas até uma posição despressurizada, se soltam e, então, são encaminhadas para o tubo condutor e, posteriormente, para o solo. Também é indicado para sementes graúdas. Para regular a vazão de sementes, deve-se substituir o disco por outro que possua um número de células diferente ou alterar a sua velocidade de rotação com a mudança de engrenagem. Esse mecanismo apresenta como principais vantagens a uniformidade de distribuição e a pouca danificação mecânica das sementes.

As semeadoras adubadoras são equipadas com depósito e mecanismos independentes para também efetuarem na distribuição do fertilizante (adubo), em linhas e profundidade diferentes aos da semente, por ocasião do plantio. Os mecanismos de distribuição do fertilizante podem ser do tipo roseta, rotor e rosca sem-fim.

O mecanismo do tipo roseta em forma de disco dentado opera no fundo do reservatório de adubo, sendo acionada por um conjunto de coroa e pinhão. O adubo é arrastado pelos dentes da roseta para uma comporta de abertura regulável, que o descarrega no condutor de adubo e no solo.

O mecanismo do tipo rotor consta de um eixo com palheta em sua superfície externa que, ao girar em torno de um eixo horizontal no fundo do depósito, conduz o adubo para uma comporta de abertura regulável. A rosca sem-fim, ao girar, empurra certa quantidade de adubo para fora do depósito e, então, para o sulco de semeadura. A dosagem de adubo por esse mecanismo, ao contrário da roseta e do rotor, não é influenciada significativamente pela variação da velocidade de operação da semeadora adubadora.

A regulagem da vazão de adubo das semeadoras é executada alterando-se a abertura das comportas - dosadores rotor e roseta, ou com a mudança de engrenagens, alterando a velocidade de giro do dosador rosca sem-fim.



Pesquise mais

As semeadoras são equipamentos fundamentais para o sucesso do projeto de produção da cultura. O mercado oferece opções de semeadoras para todas as necessidades, desde áreas pequenas até grandes áreas, para o plantio convencional e direto, de acionamento

manual, animal, motorizado e tratorizado. Para a escolha correta, deve-se conhecer a cultura, a área, a fonte de potência disponível e o tipo de plantio que se pretende fazer. É importantíssimo aprofundar seus conhecimentos sobre este assunto.

Pesquise mais em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co103.htm> e <<http://www.stara.com.br/wp-content/uploads/2015/07/CERES.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2016.



Vocabulário

Injúria mecânica - dano que pode ser quebra ou amassamento das sementes pelos componentes da máquina e por pressão entre elas, inutilizando-as para germinação.

Bitola do trator – distância centro a centro dos pneus (dianteiros e traseiros) do trator.

Sem medo de errar

Para resolução da situação-problema, é importante lembrar que as ações determinantes para o sucesso de um empreendimento de produção agrícola (produção de uma cultura qualquer) começam na escolha da área, da semente (variedade) adequada às condições climáticas e época correta, correção do solo, incluindo a acidez (pH), e preparo correto do solo (inicial, periódico ou plantio direto), adequando-o a receber as sementes por ocasião do semeio/plantio.

Após o preparo do solo, a próxima etapa a ser executada é a semeadura ou o plantio da cultura. Nessa etapa, o primeiro passo é a escolha correta da semeadora, que deve se adequar à forma de plantio (convencional ou direto) que irá ser adotada, neste caso, como o preparo de solo foi convencional e o sistema de plantio é condicionado a este fator, portanto, a semeadora escolhida será para plantio convencional.

O segundo passo é a regulação correta da quantidade de sementes a ser distribuída, para isso, devemos ter determinada a densidade populacional da cultura, ou seja, quantidade de plantas por unidade de área, levando em consideração o espaçamento entre linhas e, conseqüentemente, o número de sementes por metro na linha.

A distribuição correta das sementes no solo e a conseqüente uniformidade e população de plantas é um dos aspectos na qualidade do plantio que, junto aos já citados, irá definir o rendimento de uma lavoura de milho. A regulação apropriada

da semeadora é de extrema importância na determinação do sucesso da lavoura.

Durante a regulagem, deve-se observar, principalmente, a quantidade de sementes que está caindo por metro linear, a distribuição das sementes, a profundidade e, em especial, a uniformidade do plantio. Deve-se levar em conta que as condições do solo podem mudar de talhão para talhão. Desta forma, a regulagem da plantadeira deve ser constantemente monitorada e, caso necessário, devem ser feitas novas regulagens durante o plantio.

Caso a semeadora seja combinada, com distribuição também de adubo, é preciso que se dê uma atenção especial para a profundidade e o local de deposição do adubo. Obrigatoriamente, estes devem ser posicionados ao lado e abaixo da semente, evitando-se efeitos de salinização e uma possível redução na taxa de germinação e emergência. Esta é a distância entre o centro da primeira linha e o disco marcador abaixado no solo.

Além disso, é importante observar que o manual de instruções que acompanha a máquina contém todas as informações técnicas necessárias ao proprietário e ao operador para que possam efetuar a montagem, a preparação para o trabalho, as regulagens de operações, os acessórios (opcionais), a manutenção preventiva e demais informações necessárias ao uso correto e seguro do equipamento. O entendimento desse material é responsabilidade do proprietário, assessor técnico e operador.

Avançando na prática

Plantio direto em horticultura

Descrição da situação-problema

Uma pequena propriedade com área de 5 ha, localizada em uma encosta com declividade média de 8%, necessita de cuidados para evitar erosão. O agricultor busca orientação sobre como proceder na exploração das culturas da cebola e beterraba, especialmente no que diz respeito à utilização de semeadoras para essas culturas. Ele necessita, também, de atenção quanto à declividade do terreno para evitar erosão, e questiona quando as condições de topografia e das culturas a serem implantadas quer saber sobre a possibilidade da adoção de plantio direto. Dessa forma, é possível a adoção desse sistema de plantio para estas culturas? Em caso positivo, quais os procedimentos a serem adotados para sua implantação?

Cabe a você orientá-lo sobre suas dúvidas e como deverá proceder diante da situação apresentada. Como você orientaria o produtor?

Resolução da situação-problema

A implantação de uma nova área de plantio direto requer a adoção de

procedimentos de preparação para tal, como: amostragem de solo para constatação da necessidade de correção de acidez e fertilidade do solo, especialmente neste caso, a adoção de procedimentos de controle à erosão com construção de curvas de nível ou terraços e descompactação do solo.

Em se tratando de produção hortícola da SP, não há produção de restos culturais suficientes para cobertura adequada do solo. Caso esse seja o sistema adotado, terá que ser implantada a cultura para produção de cobertura, que poderá ser crotalária ou nabo forrageiro, que além da cobertura são excelentes materiais para adubação orgânica do solo.

Como as duas culturas a serem implantadas (cebola e beterraba) adaptam-se bem ao transplante, recomenda-se a produção das mudas em viveiros e, antes do transplante, manejar a vegetação de cobertura e, neste caso, a recomendação é usar, de preferência, o triturador de vegetais (triton), ou rolo faca, que adequam (trituram melhor) as plantas de cobertura, em seguida executar o transplante das culturas em covas individuais com o mínimo de revolvimento do solo.

Observe que, em se tratando de máquinas e implementos, neste caso, feita a adequação para a implantação do sistema de plantio direto, os equipamentos utilizados são para processamento das plantas de cobertura (triton ou rolo faca).



Faça você mesmo

Aluno, na situação-problema apresentada, você considerou a adoção do sistema de plantio direto para as culturas da beterraba e cebola. Agora, imagine que as condições topográficas eram favoráveis ao plantio convencional. Dessa forma, como você poderia orientar o produtor para proceder no semeio das culturas? Quais máquinas seriam utilizadas?

Faça valer a pena

1. No cultivo da maioria das culturas anuais, podem ser adotadas duas formas de plantio, cujas semeadoras devem estar adequadas para realizá-los considerando as exigências de cada um dos tipos.

Quais são os tipos de plantio usualmente empregados que utilizam as semeadoras adequadas à sua exigência?

- a) Plantio convencional e plantio direto.
- b) Plantio precoce e plantio tardio.
- c) Plantio no período de verão e plantio no período de inverno.

- d) Plantio irrigado e plantio de sequeiro.
- e) Plantio no sistema hidropônico e plantio em vasos.

2. As semeadoras têm como função básica distribuir as sementes no solo, efetuando o que convencionalmente chama-se de semeio. Existem sementes de diversos tamanhos e formatos que influenciam na quantidade que se deve colocar no solo para o semeio.

Com base no texto, pergunta-se, como se classificam as semeadoras quanto à maneira de distribuição das sementes no solo?

- a) Em retângulos de precisão, em quadrado fluxo contínuo, em retângulos em grupos, em linha contínua e em linha de grupo.
- b) Em formato trapezoidal com precisão, em retângulo sem precisão, em linha contínua e em linha de grupo.
- c) Em linha contínua, em linha de precisão, em linha de precisão pneumática, em linha em grupos e a lanço.
- d) Em triângulo com precisão pneumática para melhor estruturação da lavoura e facilitar a colheita, em linha de precisão.
- e) Em formato trapezoidal, facilitando os tratos culturais durante o desenvolvimento da cultura, em linha de precisão pneumática.

3. As semeadoras, de forma geral, apresentam diversas formas de acionamento de seus mecanismos de semeio, dentre elas podemos citar:

- a) () Acionamento manual.
- b) () Acionamento hídrico.
- c) () Acionamento tratorizado.
- d) () Acionamento naval.
- e) () Acionamento animal.

Assinale com V as afirmações verdadeiras e com F as afirmações falsas:

- a) () F – V – V – F – V.
- b) () V – V – V – F – F.
- c) () F – F – V – V – F.
- d) () V – F – V – F – V.
- e) () F – F – F – F – V.

Seção 3.4

Implementos e máquinas utilizadas para aplicação de corretivos e fertilizantes do solo

Diálogo aberto

Prezado estudante, a rotina da produção agrícola requer planejamento para que sua execução ocorra de forma correta e no tempo certo. Quando a atividade de produção de uma cultura ocorre no período de safra de uma região, que compreende o período com condições adequadas para a produção da cultura com otimização da quantidade de chuva, fotoperíodo e temperatura, dentre outros, a execução de cada etapa de cultivo tem que ser rigorosamente cumprida para que sejam reduzidos os riscos de insucesso do projeto.

Atividades como amostragem de solo para análise devem ser feitas no chamado “período de entressafra” para que, no caso de necessidade de aplicação de corretivo, este trabalho seja feito junto ao período de preparo de solo, visto que os corretivos precisam ser aplicados e incorporados ao solo pelo menos 30 dias antes do plantio para começarem a agir.

O trabalho que você está executando na propriedade vem passando por diversas etapas, sendo que já foi escolhida a gleba, a forma de preparo do solo, o tipo de semente e os implementos utilizados para executar estas operações, certo? Agora, você precisa finalizar o plano de utilização de máquinas e implementos e, ainda, temos uma etapa de grande relevância para planejar a execução.

Considerando que a aplicação de fertilizantes pode ser realizada separada do plantio ou na mesma operação de plantio (semeadoras-adubadoras), no caso do emprego de distribuição de corretivos e fertilizantes: quais são os equipamentos que você, engenheiro agrônomo responsável pela implantação da cultura do milho, poderá indicar para serem utilizados na distribuição de corretivos e fertilizantes? E Quais são os tipos de dosadores disponíveis? E ainda, quais são os tipos de mecanismo distribuidor que podem ser adotados?

Para que possamos responder aos questionamentos propostos, nesta etapa, estudaremos a distribuição de corretivos e fertilizantes: seus conceitos, aplicações e partes constituintes dos distribuidores de corretivos e fertilizantes, bem como a

regulagem deles em função da dose a ser aplicada.

O Plano de Utilização dos Implementos e Máquinas Agrícolas necessários nesta etapa de trabalho deverá estar em dia, sendo assim, você terá que reunir todas as informações levantadas nas seções anteriores, bem como nesta seção, e finalizá-lo para entregar ao proprietário rural a quem você está prestando serviços. Terminando esse trabalho, você terá planejado todas as etapas da implantação da cultura, levando em consideração os implementos que serão necessários para tal e estará pronto para iniciar a operação!

Não pode faltar

Para o desenvolvimento dos vegetais, de forma geral, é necessário que se tenha disponível luz, ar, água, nutrientes e temperatura adequada. Se fizermos uma análise simples, concluiremos que o homem tem vários recursos tecnológicos disponíveis que podem auxiliar a suprir as dificuldades causadas nas plantações por esses fatores. A prática associada à pesquisa tem comprovado que o solo onde irá ser instalada uma cultura de produção deve receber os cuidados necessários, como análise e correção de possíveis deficiências de fertilidade, acidez e adoção de medidas de conservação (instalação de curvas de níveis e/ou terraços).

A produção e a conseqüente produtividade de uma cultura que se pretende cultivar depende diretamente do resultado da ação de diferentes fatores ligados às características climáticas da região, como fotoperiodismo, quantidade de chuvas, temperatura, entre outros. No que diz respeito ao solo, onde será implantada a cultura, considera-se, por exemplo, a fertilidade e as características físicas. Em relação à cultura, é relevante o conhecimento sobre o potencial genético de produção, capacidade de uso dos nutrientes e água, da tolerância e resistência a estresses, entre outros, além das práticas de manejo cultural, como: densidade populacional, manejo e controle de pragas, doenças e plantas invasoras, manejo de irrigação, se for o caso, dentre outros.

Sabendo que o bom desenvolvimento das plantas está condicionado à disponibilidade de nutrientes em condições de serem absorvidos por esta, podemos afirmar que a fertilidade do solo é uma característica indispensável para que a planta manifeste todo seu potencial produtivo. Associado a outros fatores, como pH adequado, umidade, fotoperiodismo (luz), a fertilidade é definida como a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em quantidades adequadas para a obtenção de grandes produções e, conseqüentemente, uma produtividade esperada. E o principal disto tudo é que a fertilidade pode ser modificada pelo homem para atender às necessidades da cultura cultivada.

De forma geral, os solos brasileiros são ácidos, e a acidez do solo tem como

consequência básica a presença de dois componentes: íons H^+ e Al^{+3} causada especialmente pela lavagem e lixiviação dos nutrientes do solo, pela extração dos nutrientes pela cultura sem a devida reposição e, também, pela utilização de fertilizantes de caráter ácido.

Para minimizar ou neutralizar os efeitos negativos da acidez do solo, emprega-se a calagem, cujos objetivos principais são: neutralizar a acidez do solo e fornecer nutrientes como cálcio e magnésio para as plantas, sendo o cálcio estimulador do crescimento das raízes e, com o maior crescimento destas, haverá maior absorção de água e, conseqüentemente, de nutrientes, auxiliando também as plantas a suportarem períodos de diminuição de disponibilidade de água no solo (veranicos).

A correção do pH do solo (calagem) traz ainda outros benefícios, dentre eles aumentar a disponibilidade de fósforo (P), menor oferta de alumínio (Al) e acréscimo da mineralização da matéria orgânica, favorecendo a fixação biológica de nitrogênio. Nas características físicas do solo, possibilita a diminuição da compactação.

A pesquisa tem trabalhado com resultados comprovados sobre maneiras de definir qual a melhor forma de aplicar o calcário nos solos onde se desenvolve qualquer forma de exploração agrícola. Entre as formas de aplicar o calcário, estão: na superfície do solo sem incorporá-lo (ou seja, sem misturar ao solo), incorporado (misturado ao solo), ou junto à adubação de nitrogênio (N), fósforo e potássio (K) (por ocasião do plantio, utilizando-se semeadora-adubadora), essa escolha deverá ser feita atendendo às necessidades da área em que se fará a aplicação. Para qualquer uma das opções, o mercado disponibiliza equipamentos para realizar a aplicação dos corretivos.

A análise do solo é a medida mais prática, rápida, direta e segura de se fazer um diagnóstico racional da fertilidade do solo e de se ter a definição da real necessidade de corretivos e fertilizantes nesta área, possibilitando que o agricultor tenha segurança de quanto aplicar de corretivo e/ou fertilizante. Uma vez determinada a quantidade de corretivo (calcário) ou fertilizante (adubo) a ser usado e a época de aplicação (no plantio ou em cobertura), o próximo passo será a distribuição do corretivo ou fertilizante no solo.

A aplicação dos corretivos está condicionada a determinadas condições, tais como: em solos compactados (agregados), na maioria das vezes ácidos, é necessária primeiramente a descompactação para que, na seqüência, seja feita a aplicação do calcário, incorporando-o na camada arável (20cm de profundidade, em média). Nas áreas em que o sistema de plantio direto está estabelecido, usualmente não há necessidade de aplicação de calcário, mas havendo necessidade, a recomendação é pelo uso de equipamento que possibilite a distribuição em linhas com incorporação a pelo menos 5cm de profundidade sem sem provocar

revolvimento do solo, apenas na linha de distribuição. Nas áreas preparadas para implantar o sistema de plantio direto o solo não deverá mais ser removido, por isso deve-se escolher calcários com maior poder residual para que sua atuação seja maior. Em áreas com exploração hortícola, usualmente, o sistema de cultivo é convencional e a recomendação é incorporação na camada arável, sendo a incorporação feita com aração seguida de gradagem. Já nas áreas com exploração de fruticultura, recomenda-se a aplicação da metade da dosagem indicada a partir da análise de solo, no preparo da cova com profundidade que pode chegar a 30cm ou mais, e a outra metade da dose na camada superficial de até 20cm. Em se tratando de reposição de corretivo em fruticultura já instalada, recomenda-se a aplicação superficial com incorporação a profundidade média de 10cm.

Em caso de culturas anuais plantadas em covas, parte dos adubos deve ser distribuída no fundo da cova e separada da semente por uma pequena camada de solo na operação de cultivo (adubação de plantio ou fundação). A outra parte deve ser aplicada em cobertura (adubação de cobertura), sobre o solo e ao lado da planta. Neste caso, é importante misturar o adubo com o solo e, quando possível, cobri-lo com 2-5 cm de terra.

Uma vez determinada a quantidade de adubo a ser usada e a época de aplicação (plantio ou cobertura), o próximo passo é a distribuição do fertilizante no solo. Em caso de culturas anuais plantadas em covas ou em linhas, os adubos devem ser distribuídos no fundo da cova/linha e separada da semente por uma pequena camada de solo na operação de cultivo (adubação de plantio). A outra parte, se necessária, deve ser aplicada em cobertura, na superfície do solo e ao lado da planta. Neste caso, é importante misturar o adubo com o solo e, quando possível, cobri-lo com 2-5 cm de terra.

As máquinas existentes no mercado para distribuição de corretivos e fertilizantes podem ser agrupadas de acordo com a fonte de potência de acionamento, a forma de dosar a distribuição e a forma de lançamento ao solo.

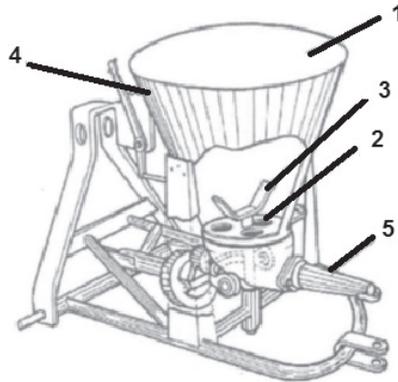
No que diz respeito à fonte de potência para deslocamento da máquina e ao acionamento de seus mecanismos de distribuição, podem ser: tração animal, tratorizados e autopropelidos. Os tratorizados podem ser de arrasto quando tracionados pela barra de tração do trator e montados quando acoplados ao sistema hidráulico de três pontos do trator. Em ambos os modelos a forma de acionamento dos mecanismos de distribuição é feita pela tomada de potência (TDP) do trator.

Em relação ao mecanismo que dosa e distribui corretivos e fertilizantes, podem ser divididos em dois tipos:

- Mecanismo dosador gravitacional: são os que proporcionam e controlam a vazão do corretivo ou fertilizante do depósito para o mecanismo de

distribuição que são acionados pelo movimento de um agitador mecânico que trabalha sobre o orifício de saída regulável.

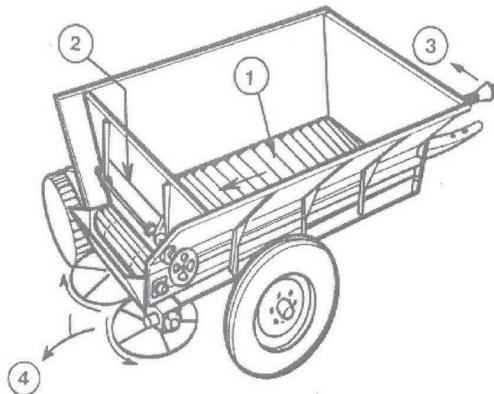
Figura 3.3 | Distribuidor de corretivos montado, equipado com mecanismo dosador gravitacional e mecanismo distribuidor tipo pêndulo 1. Reservatório; 2. Mecanismo dosador gravitacional; 3. Agitador mecânico; 4. Alavanca reguladora de vazão; 5. Pêndulo



Fonte: ANDA (2000, p. 20).

- Mecanismo dosadores volumétricos: proporcionam a saída de uma quantidade determinada do produto do depósito por meio de esteira ou correia transportadora, a vazão é calibrada por uma placa raspadora que controla em que altura está o material em cima da esteira, próximo à saída do depósito.

Figura 3.4 | Distribuidor de corretivos de arrasto, equipado com mecanismo dosador volumétrico e mecanismo distribuidor tipo rotor duplo 1. Mecanismo dosador volumétrico do tipo esteira transportadora; 2. Chapa raspadora; 3. Cardan para acionamento da esteira; 4. Mecanismo Distribuidor tipo rotor duplo



Fonte: ANDA (2000, p. 20).

Em relação à forma de componentes de distribuição que integram os distribuidores: **queda livre**: medidores gravitacionais dispostos no fundo do depósito, em que o corretivo ou fertilizante depois de medido é lançado em linhas na superfície do solo, por gravidade, com baixo índice de deriva (deslocamento pela ação do vento) e melhor cobertura do solo; **força centrífuga**: são utilizados um ou dois rotores, ou discos horizontais, com aletas fixas ou não, para o lançamento do material a ser aplicado; **movimento pendular**: apresentam um tubo com movimento oscilatório horizontal.

A regulagem básica das máquinas para aplicação de corretivos e/ou fertilizantes a lanço resume-se à vazão do material, à largura útil de trabalho e à velocidade de deslocamento do conjunto trator + distribuidor.

Os componentes de medição, sejam eles volumétricos ou gravitacionais, são compostos de alavancas para regular a saída do material e escalas graduadas. A rotação da TDP deverá ser de 540 rotações por minuto (RPM), a velocidade de deslocamento do conjunto, trator mais implemento, entre 6,0 a 8,0 km/hora.

Nas operações com equipamento a lanço, a dosagem (D) é calculada a partir da fórmula:

$$D = \frac{10.000 \times Q}{L \times V}$$

Onde:

D = dosagem (kg/ha)

Q = vazão (kg/min)

L = largura útil de trabalho (m)

V = velocidade do conjunto (m/min)



Exemplificando

Para regulagem em aplicadores de corretivos e fertilizantes em linhas, considerando que a faixa de aplicação é a própria largura do distribuído e a faixa de aplicação será uniforme ao longo da área, aciona-se a alavanca de regulagem de abertura conforme orientação contida no manual do equipamento, coloca-se 50% da capacidade de produto a ser aplicado na máquina, com o conjunto ligado, transita-se sobre um material impermeável (lona plástica) com área conhecida (supondo 2 x 5m), recolhe-se o produto que caiu sobre esta, é pesado e aplica-se a fórmula:

$$D = \frac{10.000 \times Q}{L \times V}$$

A dosagem por ha (supondo-se 500 kg) equivale a 500.000 g dividido por 10.000 m², ou seja, 50 g/m². Sendo as dimensões da lona plástica de 2 x 5 m, sua área total é de 10 m². Considerando a dosagem recomendada de 50 g/m², uma vez ajustada, o aplicador deverá distribuir 0,5 kg ou 500 g ao transitar por sobre a lona plástica. Não se obtendo a quantidade desejada na regulação inicial, isto é, quantidade menor que 0,5 kg ou 500 g, aumentar a vasão do mecanismo dosador e repetir os passos anteriores.

No Brasil, tem-se constatado um aumento significativo na aplicação de adubo a lanço, diminuindo ou até mesmo eliminando a distribuição na linha junto à operação de plantio da cultura. Esta demanda tem feito crescer um novo nicho de mercado em que as indústrias oferecem semeadoras sem os depósitos e sulcadores de adubo, tendo a função exclusiva de plantar. A aplicação separada do fertilizante já era tradicionalmente feita nas aplicações em coberturas e, hoje, surge uma nova tendência de aplicações a lanço em período imediatamente anterior ao plantio, fazendo com que, dentre outros benefícios, a operação de plantio se torne mais rápida, sem a necessidade de distribuir o fertilizante.

Esta tecnologia está também associada às melhorias genéticas aplicadas às sementes, aos fertilizantes, às técnicas de preparo de solo, dentre outras, que vêm possibilitando aumento da densidade populacional de cultura, como o milho, que hoje é cultivado com espaçamento entre linhas de até 50 cm e densidade populacional de 75.000 a 80.000 plantas por hectare.



Refleta

A aferição da regulação tem obrigatoriamente de ser feita toda vez que uma nova aplicação de corretivo ou fertilizante for feita, mesmo na hipótese de ser utilizada a mesma dose? Sim, pois podem ser constatadas diferenças causadas por variação na umidade dos materiais, granulometria do material, dentre outros. Dessa forma, é preciso estar atento e efetuar o ajuste necessário.

Com o crescimento desta nova tecnologia de distribuição, cresceu também a oferta de equipamentos que fazem, ao mesmo tempo, o transporte dos corretivos e fertilizantes do fornecedor até a propriedade, entram na lavoura e fazem a distribuição na dose estipulada, inclusive a taxas variáveis no chamado plantio de precisão. São caminhões especialmente preparados para este fim, diminuindo o

custo operacional de distribuição dos corretivos e fertilizantes, pois é eliminada a operação de transbordo na propriedade, antes o caminhão transportava o produto do distribuidor até a propriedade, este era descarregado, na hora da aplicação tinha que ser carregado nos distribuidores para ser aplicado.



Assimile

A aplicação de corretivos, para correção da acidez do solo e de fertilizantes, como fósforo (P) e potássio (K), deve ser executada baseada na análise de solo e os elementos devem ser incorporados na sua camada arável (0-20cm de profundidade), pois a eficiência do calcário depende da área superficial de contato com o solo e do tempo de reação, devido à sua baixa solubilidade. Com isto, conclui-se que esta operação deve ser feita utilizando implementos, como arado e/ou grade pesada, no chamado preparo convencional (periódico) do solo.



Faça você mesmo

Dentre as técnicas, o estudo e o entendimento das necessidades nutricionais das plantas em suas fases de desenvolvimento, hoje, são largamente utilizados e não pode ser esquecida a necessidade de atender à demanda nutricional da planta, tendo que levar em consideração o percentual de elementos minerais do solo e o que é importante para que a planta manifeste a sua força produtiva. Importa recordar que não é somente distribuir os adubos sobre o solo e aguardar que a planta exponha sua capacidade de produção. Determinadas fases devem ser atendidas, bem como uma programação prévia tem de ser realizada para que isso aconteça. Uma destas etapas é a seleção e regulação dos equipamentos que irão realizar a aplicação dos corretivos e/ou fertilizantes. Quando formos aplicar fertilizante granulado na lavoura, adubação de cobertura em milho, por exemplo, qual é o equipamento mais indicado e quais são os parâmetros que devem nortear a regulação dele?

Programa de utilização de máquinas e implementos tomando-se como base a implantação de uma gleba de cultivo de milho para produção de grãos, considerando o preparo de solo convencional (periódico), em uma propriedade com 2.000 ha de área total.

Quadro 3.1 | Programa de utilização de máquinas e implementos

Operação	Mês													
	Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar	
	Quinzena													
Aração	x	x												
Calagem		x	x											
Grade pesada			x	x										
Grade leve				x	x									
Plantio				x	x									
Aplicação herbicida						x								
Adubação de cobertura (1)						x	x							
Aplicação inseticida							x	x						
Adubação Cobertura (2)								x						
Colheita											x	x		

Observa-se que em função do tempo há necessidade de pelo menos dois conjuntos trator + implemento, considerando que em determinados períodos estarão sendo executadas duas operações simultaneamente.

Fonte: adaptado de: <<http://www.projectbuilder.com.br/blog-pb/entry/conhecimentos/grafico-de-gantt-como-e-por-que-utiliza-lo-para-gerenciar-projetos>>. Acesso em: 25 ago. 2016.



Pesquise mais

O planejamento, dentro de qualquer atividade, é ferramenta imprescindível para o sucesso do empreendimento. Existem diversas ferramentas de planejamento disponíveis no mercado, especialmente programas que permitem maior dinamismo e detalhamento das informações previstas e possíveis de serem acompanhadas, inclusive em tempo real, bastando pesquisar e encontrar a que melhor se adapte às suas necessidades. Portanto, pesquise mais sobre o assunto e esteja preparado para os desafios do exercício profissional. MERCANTE, Erivelto et al. PRAPRAG - software para planejamento racional de máquinas agrícolas. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 30, n. 2, mar. / abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162010000200015>. Acesso em: 25 ago. 2016.



Vocabulário

Corretivo – são substâncias com capacidade de corrigir características desfavoráveis do solo em relação às plantas (uma ou mais). A característica desfavorável mais comum é a acidez, que quanto mais alta, mais prejudicial aos vegetais.

Fertilizante ou adubo – de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, que podem oferecer um ou mais nutrientes às plantas. Podem ser encontrados no estado sólidos, fluidos ou gasosos. Os sólidos podem ser encontrados nos estados de pó, farelado ou granulado.

Sem medo de errar

Para o trabalho de distribuição de corretivos e fertilizantes são utilizados os chamados distribuidores, que podem ser de pequeno porte, acionados manualmente e utilizados para pequenas áreas, como hortas e jardins; os tracionados e acionados por animais para áreas um pouco maiores; e são utilizados os de tração e acionamento mecânicos para médias e grandes áreas que justificam sua aplicação.

Os distribuidores de corretivos e fertilizantes dosam as quantidades através de seus mecanismos dosadores, que podem ser gravitacionais (abertura regulável e mecanismo agitador) e volumétricos (por esteira, helicoidal, rotor dentado e rotor canelado), de acordo com a quantidade que se quer aplicar por unidade de área (ha) e distribuem utilizando mecanismos de queda livre, discos centrífugos, haste pendular ou inercial e sistema pneumático. Os distribuidores podem depositar os corretivos ou fertilizantes sob o solo, em faixas, a lanço ou em linhas.

As formas de distribuição dos corretivos ou fertilizantes no solo, principalmente a uniformidade de distribuição, são tão importantes quanto a dose a ser aplicada. As máquinas que distribuem podem ser distribuidoras e adubadoras, a vazão do produto é definida pelo mecanismo dosador, que pode ser gravitacional, volumétrico tipo rosca sem fim e rotor dentado. Quanto ao mecanismo distribuidor, podem ser: de queda livre, força centrífuga e pendular. Quanto ao tipo de distribuidores/adubadores, são: a lanço, pendular e discos centrífugos; a lanço montados, de arrasto e autopropelidos; em faixas gravitacionais e helicoidais. Distribuição em linhas utilizando equipamentos conjugados, como cultivadores e adubadores (adubação de cobertura) e semeadoras-adubadoras (adubação de plantio).

Avançando na prática

Eficiência na distribuição de corretivos e fertilizantes

Descrição da situação-problema

Observando a aplicação de corretivo que estava sendo feita em uma propriedade vizinha a sua, o agricultor percebeu que grande quantidade do produto aplicado, especialmente as partículas mais finas, era arrastada pelo vento para uma área fora da lavoura, vindo a cair, inclusive, na sua propriedade que faz divisa com a que estava recebendo a aplicação. Esta constatação o levou a procurar um agrônomo e questioná-lo sobre o fato, como evitar que isto aconteça quando ele fizer o procedimento, pois ele necessita fazer a aplicação de corretivo em uma área de sua propriedade.

Dessa forma, como você poderá fazer uma recomendação que evite que o corretivo, ao ser aplicado, seja deslocado pela ação do vento, caindo em local não desejado?

Resolução da situação-problema

O sucesso da aplicação do corretivo está diretamente relacionado à adoção de alguns procedimentos, como: ler e entender o manual de instruções de uso e funcionamento do equipamento que será utilizado para distribuição do fertilizante e ter atenção especial nas recomendações para regulagem da máquina, que deverá ser de acordo com a recomendação de dosagem feita pela análise do solo.

Os corretivos disponíveis no mercado possuem granulometria bastante variável. Para reagirem no solo, necessitam se dissolver, já que, quanto mais fina for a partícula, mais rápido se dará a reação destes, iniciando o processo de correção da acidez. Para que possamos diminuir de forma drástica a ação do vento sobre a aplicação, especialmente, dos corretivos, devemos utilizar equipamentos com mecanismos dosadores gravitacionais, cuja regulagem é feita através da abertura do mecanismo agitador, localizado no fundo do depósito do distribuidor, e o corretivo é lançado ao solo em linhas com largura da faixa de aplicação coincidindo com a largura do aplicador, à pequena distância da superfície do solo, o que praticamente elimina a interferência do vento evitando-se com isto o deslocamento das partículas mais finas do corretivo aplicado.

Faça valer a pena

1. Para o crescimento e desenvolvimento das plantas, existem alguns fatores considerados indispensáveis:

I – A luz, a temperatura e a água.

II – O ar e os nutrientes.

III – As máquinas para aplicação dos nutrientes.

Considerando as afirmações, assinale a alternativa que representa as afirmações corretas.

- a) Apenas a alternativa I está correta.
- b) Apenas a alternativa II está correta.
- c) Apenas a alternativa III está correta.
- d) As alternativas I, II e III estão corretas.
- e) Apenas as alternativas II e III estão corretas.

2. “_____define a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em quantidades adequadas para a obtenção de uma boa produtividade, e pode ser modificada pelo homem com certa facilidade, para se adequar às exigências da planta cultivada”.

Qual característica define esta capacidade do solo que completa a lacuna?

- a) A produtividade.
- b) A produção.
- c) A produção e produtividade.
- d) A precipitação e a temperatura.
- e) A fertilidade.

3. Os solos que apresentam acidez elevada (pH) necessitam de correção, considerando que a maioria das culturas exige, para seu desenvolvimento, de solos com acidez baixa, próxima ao neutro.

Com base nesta constatação, que produto é usualmente utilizado para proporcionar esta correção?

- a) Aplicação no solo de fertilizante líquido.
- b) Aplicação no solo de fertilizante sólido.

- c) Aplicação no solo de corretivo (calcário).
- d) Aplicação no solo de fertilizante nitrogenado.
- e) Aplicação no solo de matéria orgânica.

Referências

- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.
- BALASTREIRE, L. A.; COELHO, J. L. D. Aplicação mecanizada de fertilizantes e corretivos. **ANDA** - Associação Nacional para Difusão de Adubos, São Paulo, boletim técnico n. 7, p. 51, 2000. Disponível em: <http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_07.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2016.
- BALDAN. **Produtos agrícolas**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.baldan.com.br/produtos>>. Acesso em: 5 set. 2016.
- BOLLER, W. Máquinas para distribuição de calcário. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ed. 111, maio /jun. 2009. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=928>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- CASÃO JUNIOR, R. **Como escolher sua semeadora de plantio direto**. Disponível em: <<http://blog.agropro.com.br/semeadora-de-planto-direto-parte-4/>>. Acesso em: 11 jun. 2016.
- CASÃO JR., R.; ARAÚJO, A. G.; LIANILLO, R. F. **Sistema plantio direto no Sul do Brasil**. Fatores que promoveram a evolução do sistema e desenvolvimento de máquinas agrícolas. Londrina: FAO/IAPAR, 2008.
- _____. Evolução tecnológica das semeadoras de plantio direto no Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ed. 114, nov. /dez. 2009. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=963>. Acesso em: 11 jul. 2016.
- CRUZ, J. C. et al. Cultivares. **Sistemas de produção 2**. 6. ed. set. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27051/1/Cultivares.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- DENARDIN, J. E. **Sistema plantio direto: o conceito**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fh2b6ju802wyiv80rn0etn6qel0im.html>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Embrapa Cerrados**. Brasília - DF, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cerrados>>. Acesso em: 19 jun. 2016.
- FAGANELLO, A. et al. Tecnologia para agricultura familiar: semeadora autopropelida para plantio direto. **Comunicado Técnico 103**, Passo Fundo, dez. 2002. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co103.htm>. Acesso em: 11 jun. 2016.

FINCH, E. O. **Plantio mecanizado à tração animal**. Sete Lagoas - MG. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52703/1/Plantio-mecanizado.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2016.

GADANHA, J. R. et al. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: IPT, 1999.

LUZ, P. H. C. **Tecnologia de aplicação de corretivos e fertilizantes em soja**. Pirassununga, 2002, 30p.

OLIVEIRA, L. E. K. et al. **Trabalhador na operação e na manutenção de tratores agrícolas**: operação de arado de discos reversíveis. Brasília: SENAR, 2001. 76p.

OLIVEIRA, L. A.; ARARIPE, P. **Regulagem de máquinas na aplicação de fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/regulagem-de-maquinas-na-aplicacao-de-fertilizantes-1103>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

SANTAIZABEL. **Manual de instruções para operador e catálogo de peças**. Disponível em: <http://www.santaizabel.ind.br/pdf_produtos/MANUAL-DISTRIBUIDOR-DE-FERTILIZANTES-SOLIDOS-DICAL.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto**. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas)

STARA. **Manual de instruções**: semeadora CERES. 2015.

YARA BRASIL. **Distribuição do fertilizante na lavoura**. Disponível em: <<http://www.yarabrasil.com.br/nutricao-plantas/manuseio-seguro-fertilizantes/distribuicao-fertilizante-lavoura/>>. Acesso em: 6 jul. 2016.

Implementos e máquinas agrícolas: tratos culturais, colheita e pós-colheita

Convite ao estudo

Olá, aluno, seja bem-vindo à última unidade do livro Máquinas e mecanização agrícola! Estudaremos sobre os implementos e máquinas agrícolas utilizados para operações, como tratos culturais, colheita e pós-colheita, aprendendo como escolher o melhor equipamento para a atividade que deverá ser desempenhada.

Na situação-realidade desta unidade, temos o seguinte contexto: Você é o engenheiro agrônomo contratado pelo senhor João Manoel para trabalhar em uma gleba de 200 ha de milho para produção de grãos. Na implantação da lavoura empregou-se o preparo de solo e plantio convencional com o emprego de semeadoras adequadas para este sistema.

Ao fazer a avaliação *in loco*, você constatou que a lavoura (área 1) encontra-se em fase inicial de germinação e percebeu também o início de infestação de plantas invasoras (plantas daninhas). O senhor João Manoel acompanhou a sua avaliação e questionou sobre alguns relevantes tópicos: se houver aumento da infestação das plantas daninhas, quais poderiam ser os problemas para a cultura em desenvolvimento? Isso poderia interferir na colheita da lavoura? Além disso, que modalidade de colheita deverá ser adotada? Se mecanizada, quais máquinas podem ser utilizadas? Quais cuidados de adequação e regulação devem ser tomados?

O senhor João Manoel questionou você sobre outra gleba (área 2) na sua propriedade, onde a implantação da cultura de milho atendeu ao sistema de plantio direto com a necessidade de produzir material para cobertura morta. E agora, é preciso saber qual o melhor manejo (controle) destas plantas adequando a área ao plantio. As dúvidas que surgiram foram: como realizar o manejo destas plantas? Utilizar implementos mecânicos ou controle químico?

Ao final da visita técnica, o agricultor expôs que os custos da produção

estão maiores que o esperado, perguntando: como você poderia obter o rendimento e custo (eficiência teórica e prática) das máquinas para realizar as atividades de manejo da lavoura de milho (tratos culturais) durante o ciclo de produção da cultura? E ainda, como saber qual a eficiência e consumo de combustível das máquinas e implementos na execução das operações de plantio? E nas outras operações, como realizar pulverização e manejo de plantas de cobertura?

Considerando os gastos e o fato do senhor João Manoel não ter conseguido bons resultados com a utilização das máquinas e implementos agrícolas em sua lavoura, será necessário que, ao final do trabalho, você efetue os cálculos de eficiência e consumo das máquinas e implementos utilizados para a realização dos tratos culturais na gleba de produção de milho em andamento. Dessa forma, ao final desta unidade você será capaz de entregar a ele o resultado do cálculo de eficiência e consumo por hora de uma máquina agrícola.

Seção 4.1

Pulverizadores e atomizadores

Diálogo aberto

De acordo com relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2016), em um cenário em que as condições atuais se mantenham e o crescimento da produtividade agrícola continue sua tendência atual, a população mundial de pessoas subalimentadas deve cair entre 11% a 8% em dez anos, com América Latina e Caribe abaixo de 5%, índice que a FAO considera como fome erradicada. O relatório afirma ainda que como consequência da expansão do setor pecuário, a utilização de milho para o consumo animal também vai aumentar 30% durante a próxima década. Estima-se que o consumo *per capita* de milho e trigo se estanque em 54 quilos por pessoa por ano na próxima década.

Nesse cenário, de necessidade de expansão e produtividade agrícola, para que os produtores sejam assertivos no manejo de pragas, doenças e plantas daninhas em suas lavouras (diminuindo suas perdas de produtividade), os pulverizadores e atomizadores tornam-se cada vez mais necessários aos tratamentos culturais.

Com o objetivo de visualizarmos isso na prática, vamos lembrar que você está prestando consultoria ao senhor João Manoel e foi chamado para observar a lavoura de milho para produção de grãos que está em fase inicial de germinação (área 1), onde você constatou avanços na infestação de plantas daninhas em toda a área cultivada. Após análise do grau de infestação, concluiu-se que será necessário o controle imediato dessas plantas. O agricultor, ao ser informado do problema, questionou: como isto estava acontecendo se o solo havia sido devidamente preparado com aração, incluindo uma gradagem pesada e outra de destorroamento/ nivelamento? Qual a melhor forma de se fazer o controle? Que tipo de equipamento e produto poderá ser utilizado para realizar o controle? Dessa forma, como você poderá esclarecer esses tópicos ao produtor?

Para conseguir resolver os questionamentos dessa situação-problema, nesta seção você irá aprender mais sobre os tipos de pulverizadores e atomizadores, suas aplicações, partes constituintes, regulagem e calibração. Todos esses conhecimentos irão contribuir para seu estudo sobre os implementos e máquinas agrícolas.

Não pode faltar

Segundo o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA), nos últimos 40 anos, usando ciência e inovação, o Brasil se transformou de importador em um dos maiores exportadores de alimentos, preservando mais de 60% de suas florestas nativas com uso de novas tecnologias sem a abertura de novas fronteiras agrícolas. Por outro lado, as vastas áreas de monocultura provocaram desequilíbrio da cadeia biológica, que levou ao crescimento desordenado de algumas espécies de insetos, fungos e bactérias que são nocivas às culturas de interesse econômico, levando a um aumento significativo do uso dos agroquímicos (produtos químicos utilizados na agropecuária para controle de pragas e doenças). Estes produtos são classificados, em função do controle a que se destinam, em: inseticidas, fungicidas, bactericidas e herbicidas. Seu uso deve estar adequado à indicação, dose, aplicação e observância do período de carência e/ou intervalo de segurança.



Pesquise mais

De acordo com a Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989 e Decreto Nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002, os agrotóxicos são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para uso no cultivo, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, para alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação de seres vivos nocivos. Este é um assunto de suma importância que necessita ser aprofundado. Como se classificam os agrotóxicos? Para que servem? Como devem ser aplicados? Não deixe de conhecer e consultar a legislação. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 4 out. 2016.

O uso incorreto dos agroquímicos pode comprometer a qualidade das águas, afetando o meio ambiente por meio da lixiviação e do escoamento superficial do produto químico provocado por chuvas ou até mesmo pela deriva no momento da aplicação, o que pode provocar a contaminação direta dos animais e do homem.

Para a aplicação de produtos como agroquímicos são necessários equipamentos específicos como os **pulverizadores** e **atomizadores**, disponíveis em diversos tamanhos, formas de tração e acionamento, que se adequam às necessidades dos agricultores e permitem o controle da dosagem do produto a ser aplicado.

O sucesso na pulverização de qualquer produto começa na escolha de equipamentos que atendam às peculiaridades da cultura (área cultivada, espaçamento de semeio, condições topográficas da área, proximidade para reabastecimento, dentre outros), proporcionando uma pulverização (aplicação)

segura, com o máximo de rendimento e racionalização de custo. O pulverizador é todo equipamento que produz gotas, em função da pressão desempenhada sobre a calda. Dentre os equipamentos para pulverização estão os pulverizadores costais, manuais e motorizados, o turbo atomizador, os pulverizadores de barra, os pulverizadores tratorizados e o turbo atomizador tratorizado. Outra forma de pulverização, que ainda iremos estudar, é por meio de aeronaves.

Os **pulverizadores costais manuais** foram especialmente desenvolvidos para atender pequenas áreas, como hortas, jardins, pomares domésticos e outras instalações rurais, como estábulo, pocilgas, aviários, dentre outros. Com capacidade do tanque que pode variar de cinco a 20 litros, bomba de acionamento manual por alavanca e lança com bico escamoteável, podendo atender a diversas aplicações. Caracterizam-se por trabalhar com médios e altos volumes de pulverização.

Já os **pulverizadores costais motorizados** atendem às mesmas áreas do pulverizador costal manual, mas possuem a capacidade do tanque que pode variar de oito a 12 litros e bomba de acionamento por motor (normalmente de dois tempos a gasolina). Eles são adequados para pulverizações que exigem coberturas mais altas ou em locais onde é mais difícil caminhar, em função do jato lançado ter maior alcance devido ao bombeamento motorizado.

Possuindo as mesmas características dos pulverizadores costais motorizados, o **turbo atomizador costal motorizado** se diferencia por possuir uma pequena turbina que auxilia na ejeção do líquido pulverizador, tornando a gota lançada mais fina, possibilitando melhor cobertura da área pulverizada. É especialmente indicado para quando se deseja a penetração do produto entre a folhagem da planta, por exemplo, em fruteiras.

A maioria dos **pulverizadores de barras** (tratorizados ou autopropelidos) possui o sistema de barras de pulverização montada na parte traseira, porém, quando a aplicação é de herbicida, estas devem ser feitas em faixas e a barra pode ser colocada no meio ou na frente do trator para facilitar o posicionamento dos bicos nas entrelinhas da cultura. As barras de até 12 metros geralmente são fixadas diretamente na estrutura do pulverizador, quando maiores, são dotadas de sistema de estabilização e amortecimento, tornando-as independentes da estrutura do pulverizador. As barras, normalmente, possuem sistema de regulagem de altura em relação ao nível do solo, possibilitando sua regulagem aos diversos estágios de desenvolvimento da cultura. As barras podem ser equipadas com sistema de ar com o objetivo de proporcionar fluxo de ar junto com o jato de pulverização, visando melhor deposição da calda no interior da folhagem da planta, reduzindo com isto a deriva. Esta estratégia só é recomendada em aplicações nas culturas com maior enfolhamento, caso contrário provoca maior deriva.

Os **pulverizadores tratorizados** podem ser acoplados aos três pontos de levante hidráulico do trator (montados) e acionados pela Tomada de Potência (TDP), tracionados por meio da barra de tração do trator (de arrasto) e acionados pela TDP do trator, tração animal com acionamento motorizado e autopropelidos com deslocamento e acionamento próprio.

O **turbo atomizador tratorizado** é empregado especialmente em culturas de porte alto como fruticultura, cafeicultura, entre outros. Possuem os bicos de pulverização dispostos em formato de semicírculo, normalmente na parte traseira, e conta com um sistema de turbina de ar que auxilia a pulverização, tornando o jato lançado pelos bicos mais forte e quebrando mais a gota (gotas menores), facilitando a penetração no interior da folhagem das plantas e atingindo maior distância. Podem ser acoplados aos três pontos de levante hidráulico do trator (montados) e acionados pela TDP e tracionados através da barra de tração do trator (de arrasto).

Outra maneira de realizar a pulverização é por meio da **pulverização com aeronave** (avião agrícola). Usualmente elas possuem os seguintes componentes: *Hopper* (tanque de calda), bomba, válvula de três vias, válvula de abastecimento rápido, manômetro, filtro e barras de aplicação. O fundo do tanque possui uma comporta para descarga rápida (alijamento) em caso de emergência. Os dispositivos usualmente utilizados para produzir as gotas de aplicação são os atomizadores rotativos e as pontas hidráulicas, que podem ser de jato plano, cone cheio ou vazio. A pulverização com aeronave apresenta como vantagens: rapidez, aplicação em pequenas doses por unidade de área, poder aplicar sobre culturas mais altas, como cana-de-açúcar, milho em fase final de desenvolvimento, banana e reflorestamentos (eucalipto, pinus). Entre as desvantagens estão o tamanho da área (não se adapta a áreas pequenas), custo alto, dependência de boas condições climáticas (como ausência de vento e chuvas, por exemplo), necessidade de local próprio para pouso e reabastecimento, além de a área não poder possuir obstáculos como árvores e redes elétricas. Outro ponto restritivo na escolha de áreas para pulverização agrícola com aeronave é a distância de propriedades rurais, reservas ambientais, cursos de água, nascentes e cidades.



Assimile

Pulverizar é o ato de reduzir um líquido a pequenas partículas (gotículas) e lançá-lo.

Aplicar é a maneira como as gotas são depositadas; colocação do produto no alvo na quantidade necessária com o mínimo de contaminação.

Regular consiste na preparação do equipamento para o trabalho (revisão geral, reaperto de conexões, limpeza de filtros), além de verificação do estado geral de funcionamento.

Calibrar consiste na determinação do volume de calda a ser aplicado por unidade de área (l/ha), conforme recomendação contida na bula do produto e/ou no receituário agrônomo.

Subdosagem (dosagem inferior à indicada) pode ocasionar o não funcionamento do produto aplicado, colocando em risco a operação.

Superdosagem (dosagem além da indicada) pode ocasionar danos à cultura, muitas, irreversíveis, por exemplo, no caso de herbicidas, matar inclusive a cultura de produção.

Toda vez que se pretende realizar uma pulverização com aplicação de agroquímico é importante responder, no mínimo, três questões para que obtenha bons resultados: (1) Qual o alvo biológico que precisa ser controlado (plantas invasoras (ervas daninhas), pragas (insetos) ou doenças (fungos ou bactérias)? (2) Qual o equipamento que melhor se adequa à aplicação correta do produto? (3) Que tipo de ponta de pulverização (equipamento) utilizar para que junto com a definição da pressão de trabalho possa ser atingido o alvo biológico pretendido?

Em função do tratamento (produto) mais adequado para atender às necessidades da cultura é feita a escolha do produto, que deverá ser selecionado considerando o alvo (tipo e localização) e grau de infestação (ataque). Importa considerar também a fase de desenvolvimento da cultura a ser tratada, se for o caso. De posse dessas informações, escolhe-se o melhor meio de aplicação do produto: equipamento costal (acionamento manual ou motorizado), tratorizado ou aéreo.



Pesquise mais

O uso de agroquímicos é considerado por muitos produtores como uma forma eficiente de garantir o controle sobre o ataque de pragas, de doenças ou infestação de plantas daninhas (plantas invasoras). As pesquisas têm mostrado que o agricultor pode adotar formas de cultivo e de produção diminuindo drasticamente o emprego desses produtos. Dentre estes está o manejo adequado do solo, procurando eliminar os chamados “bancos de sementes” que estão presentes no solo, por meio de capinas (manuais e mecânicas) realizadas na hora oportuna.

Dentre estas técnicas, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é o que tem se mostrado mais eficiente. Pesquise mais sobre o assunto: O que é MIP? Qual a sua abrangência? Quando adotar? Vantagens do MIP?

Acesse o conteúdo disponível em: <<http://www.promip.agr.br/manejo-integrado-de-pragas/>>. Acesso em: 4 out. 2016.

Uma boa pulverização não depende somente da escolha de um bom equipamento e do agroquímico correto. Depende também do momento correto para efetuar a aplicação considerando o nível de infestação (pragas, doenças ou plantas daninhas), preservando a segurança do homem, dos animais e do meio ambiente. É obrigatório, como norma de aplicação de agroquímico, o uso de equipamentos de proteção individual (EPI). E o uso da dosagem correta do produto é fundamental para qualquer tipo de aplicação durante todo o processo, além da boa cobertura da área tratada, que consiste em atingir o alvo com uniformidade de distribuição, evitando sobreposição e faixas sem aplicação.

Na maioria das vezes, os pulverizadores são constituídos por chassi, tanque (depósito), bombas de pressão, válvulas com regulador de saída, válvula de retorno, manômetro, válvulas divisórias, mangueiras de baixa e alta pressão, filtros (principal, de linha e dos bicos), bicos (pontas de pulverização) e barras e/ou lanças de pulverização.



Exemplificando

Antes de iniciar a aplicação de qualquer agroquímico, deve-se realizar a regulagem do equipamento que será utilizado, verificando-se o estado geral de conservação e funcionamento, se não há vazamentos de mangueiras e conexões, realizar a limpeza geral dos filtros (principal de linha e dos bicos), selecionar o bico adequado (ponta de pulverização), testar funcionamento da bomba de pressão, válvulas divisórias e manômetro, deixando o equipamento pronto para ser calibrado.

A aplicação poderá ser feita na área total quando todo o campo recebe a pulverização, apenas na linha plantada ou na entrelinha de plantio. Um dos **principais componentes dos pulverizadores agrícolas** compreende a seleção de pontas de pulverização (bicos) que são responsáveis pelo desempenho final do trabalho realizado pelo pulverizador. Dentre as mais utilizadas estão a de jato plano comum, jato plano uniforme, jato cônico comum, jato cônico vazio, jato leque de 80° e jato leque de 110°.



Assimile

A tecnologia de aplicação de produtos agroquímicos (fitossanitários, agrotóxicos ou defensivos agrícolas) consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas.

O princípio norteador da técnica de aplicação (pulverização de um líquido) é o fracionamento do líquido ao ser aplicado em gotas (pulverização), multiplicando o número de partículas (gotas) que carregam os princípios ativos em direção aos alvos da aplicação.

Uma ponta de pulverização (bico) não produz um único tamanho de gota durante o processo de pulverização. O espectro de gotas gerado é uma mistura de gotas de todos os tamanhos, com maior concentração de gotas próximas ao Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV). O DMV é o diâmetro da gota do espectro que divide o volume pulverizado em duas metades: 50% do volume têm gotas menores do que o DMV e 50% do volume pulverizado têm gotas maiores do que o DMV.

De acordo com as normas técnicas internacionais, as gotas produzidas por uma ponta (bico) são classificadas como "muito finas", "finas", "médias", "grossas" e "muito grossas". Majoritariamente, as gotas muito finas e finas são apropriadas para pulverização sobre os vegetais (parte aérea) e as gotas médias, grossas e muito grossas para pulverização direta na superfície do solo ou em plantas de pequeno porte.

A calibragem de um pulverizador só será realizada se houver um produto a ser aplicado, ou seja, com dose indicada do produto, do volume de água necessário, do alvo a ser atingido (localização). Estando o equipamento pronto para uso (após a regulagem), procede-se a sua calibragem, que tem por objetivo determinar a quantidade de água que se quer pulverizar por unidade de área. A partir deste dado, determinam-se os demais (área banhada pelo tanque, quantidade de produto por tanque, tempo gasto para pulverizar cada tanque). Veja na Tabela 4.1 os parâmetros ideais (padrão) e as variações possíveis (para mais e para menos do padrão) para que se tenha qualidade no trabalho de aplicação de agroquímicos.

Tabela 4.1 | Padrão dos dados operacionais e variações aceitas para mais e para menos na aplicação de agroquímicos

Dados operacionais	Padrão	Variação -20%	+20%
RPM - Motor	1700	1360	2040
RPM - TDP	540	442	648
Vazão da bomba (l/min)	100	80	120
Velocidade (km/h)	6,0	4,8	7,2
50 metros em segundos	30	36	24
Vazão do bico (l/min)	1,0	0,8	1,2
Volume de aplicação	200	200	200

Fonte: Jacto – Manual técnico sobre orientação de aplicação.

Antes de calibrar o pulverizador utilizando o copo calibrador (ou pipeta graduada, de 1 em 1 ml e capacidade mínima de 1500 ml), é necessário realizar a limpeza do filtro de sucção; verificar se as mangueiras não estão furadas ou dobradas; assim como se o regulador de pressão, sede da válvula, válvula e mola não estão gastas ou presas por impurezas; se a bomba não está com vazamentos e o lubrificante está no nível indicado; se as pontas de pulverização são do mesmo tipo e se há uniformidade de vazão (diferença não superior a 10% na vazão e limpeza dos filtros). Para calibragem é importante seguir as etapas: **1:** Defina uma distância no terreno (50 metros); **2:** Coloque água no tanque do pulverizador; **3:** Selecione a marcha de trabalho; **4:** Acione a TDP; **5:** Coloque o motor na rotação de trabalho (540 RPM na TDP); **6:** Posicione o trator a pelo menos cinco metros do ponto inicial marcado; **7:** Registre o tempo gasto para percorrer os 50 metros; **8:** Repita esta operação em pelo menos mais dois locais diferentes, e dentro da área de aplicação, faça a média para confirmar os dados coletados; **9:** Com o conjunto (trator + pulverizador) estacionados, coloque o motor na rotação de trabalho (mesma que usou na cronometragem), acione a bomba do pulverizador, abra o sistema de pulverização e ajuste a pressão de acordo com a recomendada para as diferentes pontas de pulverização (bicos): Ponta de pulverização (bico) tipo cone - de 75 a 200 lbf/pol² ; Ponta de pulverização (bico) tipo leque - de 15 a 60 lbf/pol² ; **10:** Colha o líquido lançado em cada bico durante o tempo equivalente ao gasto no percurso dos 50 m, proceda a leitura na coluna correspondente à distância entre bicos; **11:** O ideal é proceder a coleta em pelo menos 50% dos bicos e efetuar a média do volume; **12:** A média obtida nas leituras é o volume de pulverização para a marcha e a pressão já determinadas.

Obs. 1: Caso o volume obtido esteja abaixo do esperado, aumente a pressão e/ou diminua a velocidade (manter 540 RPM na TDF) ou troque as pontas de pulverização (bicos) por de maior vazão.

Obs. 2: Se o volume obtido for acima do desejado, diminua a pressão, aumente a velocidade (mantenha 540 RPM da TDF) ou troque os bicos por outros de menor vazão.



Atenção

De forma geral, recomenda-se interromper uma pulverização quando as condições climáticas limites são:

- umidade relativa do ar: mínimo de 55%;
- velocidade do vento: acima de 10 km/hora ou 3 m/s;
- temperatura ambiente acima de 35 °C.

Sem medo de errar

Na situação-problema apresentada, a área 1 em que está sendo produzido milho encontra-se em fase inicial de desenvolvimento e, embora tenha recebido preparo convencional de solo com aração seguida de uma gradagem pesada e outra de nivelamento, foi verificado que está ocorrendo, de forma generalizada, a germinação de plantas invasoras.

O primeiro questionamento do senhor João Manoel foi: se o solo havia sido devidamente preparado com aração, incluindo uma gradagem pesada e outra de destorroamento/nivelamento, por que está ocorrendo esta infestação de plantas daninhas? Você pode responder esse questionamento explicando que este processo deve ser consequência da presença do chamado banco de sementes destas plantas daninhas, que encontrava-se em uma camada mais profunda do solo e, com a prática da aração, essas sementes podem ter sido colocadas próximas da superfície do solo, encontrando condições adequadas (umidade e temperatura) para germinar, ocasionando a infestação, mesmo que o solo tenha sido preparado com aração e gradagens.

Para buscar a melhor forma de fazer o controle das plantas daninhas, podem ser analisadas as opções e decidir pela aplicação de agroquímico (herbicida seletivo), por considerar-se que a capina mecânica gastaria muito tempo e a eficiência não seria alcançada, pois o equipamento indicado seria o cultivador mecânico de enxadas, que atua nas entrelinhas da cultura e joga o solo para o pé da planta, mas não elimina as plantas invasoras presentes no local e, muitas, não morrem pela ação das ferramentas do cultivador, continuando seu desenvolvimento e, conseqüentemente, competindo com a cultura em espaço, água, luz e nutrientes, o que acarretará problemas na colheita e diminuição de produção da cultura.

Selecionado o herbicida a ser aplicado, por se tratar de uma área relativamente grande (200 ha), o trabalho de aplicação deverá ser feito por meio de um pulverizador de barras tratorizado, acoplado à barra de tração do trator (arrasto)

e acionado pela TDP. As pontas de pulverização (bicos) deverão ser do tipo cone vazio com gotas médias, pois o alvo (plantas invasoras) encontra-se na fase inicial de desenvolvimento, rente ao solo, e as gotas lançadas por este tipo de ponta são maiores e conseqüentemente mais pesadas, atingindo o alvo com maior precisão e melhor cobertura. A dose (quantidade do produto comercial ou do princípio ativo por hectare) deverá ser a recomendada conforme bula do produto e/ou receituário agrônômico elaborado pelo agrônomo responsável pela assistência à lavoura. Além disso, deverá ser exigido que as pessoas que irão manipular o agroquímico (especialmente o operador) utilizem o EPI indicado para tal operação, bem como sejam observadas as condições climáticas adequadas para a realização do trabalho.

Avançando na prática

Aplicação de agroquímico (herbicida) pré-plantio incorporado

Descrição da situação-problema

No seu trabalho de consultoria técnica você é procurado por um agricultor que irá implantar uma área de 150 ha de produção de soja onde cultiva-se pastagem com braquiária há mais de cinco anos. Em visita *in loco*, você constatou que o solo está compactado e, pelo tempo de utilização como pastagem, a quantidade de sementes da pastagem presentes neste solo é muito grande.

Com base nestas constatações, quais as suas recomendações ao agricultor para prevenir a germinação das sementes da pastagem presentes no solo, evitando a concorrência com a cultura que será implantada? Que tipo de produto utilizar para controle da germinação das sementes possivelmente presentes no solo? Que tipo de equipamento utilizar para aplicar o produto escolhido?

Resolução da situação-problema

Considerando a presença de grande quantidade de sementes da cultura utilizada como pastagem (braquiária), a indicação é que se aplique herbicida específico (seletivo) pré-plantio incorporado (PPI), classificado como inibidor de germinação, para controlar a germinação das sementes da braquiária evitando a concorrência com a cultura da soja, especialmente na germinação e fase inicial de desenvolvimento.

Selecionado o produto adequado e considerando o tamanho da área a ser tratada, o alvo a ser atingido (superfície do solo) e o volume de calda recomendado a ser aplicado, o trabalho deverá ser realizado utilizando-se o pulverizador de barras tratorizado. Normalmente, o volume de água por hectare para produtos que são aplicados direto no solo, onde se exige uma boa cobertura, é em torno de 200

litros/ha com a utilização de pontas de pulverização (bicos) tipo leque da série 80° ou 110° (ângulo de abertura do leque).

É importante considerar também que deverá ser feita a regulagem do equipamento, colocando-o em perfeitas condições de funcionamento para, posteriormente, seguindo a indicação expressa na bula do produto ou no receituário agrônômico, seja realizada a calibragem para efetuar a pulverização, observando-se as recomendações com respeito às condições climáticas adequadas para fazer a aplicação. Considerando que o produto só terá ação efetiva (inibir a germinação das sementes) se entrar em contato com as sementes, é indispensável que imediatamente após a aplicação proceda-se a incorporação do produto ao solo a uma profundidade entre 5 a 10 cm fazendo uso de grades leves (niveladora) devidamente reguladas para que a profundidade de incorporação seja uniforme.

Faça valer a pena

1. O uso incorreto dos agroquímicos pode comprometer a qualidade das águas, afetando organismos aquáticos e a água para consumo humano.

Quando se pretende aplicar agroquímicos (agrotóxicos e/ou defensivos agrícolas) em uma área de produção de uma determinada cultura, quais os equipamentos mais indicados para realizar esta operação?

- a) Os distribuidores de corretivos e fertilizantes.
- b) As semeadoras-adubadoras.
- c) Os cultivadores-adubadores.
- d) Os pulverizadores e atomizadores.
- e) As roçadoras e rolos-faca.

2. O sucesso na pulverização de qualquer agroquímico tem início com a escolha dos equipamentos que atendam às peculiaridades da cultura, proporcionando uma pulverização (aplicação) segura, com o máximo de rendimento e racionalização de custo.

Em se tratando de grandes áreas de produção de culturas anuais, como milho e soja, que tipo de pulverizador é o mais indicado?

- a) Pulverizador de arrasto com acionamento tratorizado e pulverização costal por lança tipo pistola.
- b) Pulverizador costal motorizado.
- c) Pulverizador costal com acionamento manual.
- d) Turbo atomizador manual.

e) Autopulverizador de barras, de barras tratorizado e/ou aeronaves agrícolas.

3. O Brasil possui grandes áreas de cultivo de frutíferas com citros, maçã, goiaba, mamão, pêssego, dentre outras, que periodicamente necessitam de aplicação de produtos para controle preventivo e, eventualmente, curativo de pragas e doenças.

Na necessidade de aplicação de algum agroquímico em áreas de cultivo de frutíferas, qual o equipamento que melhor se adéqua para realizar a aplicação?

- a) Pulverizador costal de acionamento manual.
- b) Pulverizador costal de acionamento motorizado.
- c) Turbo atomizador costal de acionamento motorizado.
- d) Autopulverizador de barras com pontas de pulverização tipo cone vazio.
- e) Turbo atomizador tratorizado com pontas de pulverização (bicos) dispostos em semicírculo.

Seção 4.2

Colheitadeiras

Diálogo aberto

Olá, aluno! O trabalho de colheita é um processo em que se deve prever todas as etapas, de maneira a integrar o trabalho de colheita ao sistema de produção, objetivando obter um produto (grão ou semente) dentro dos padrões de qualidade desejados.

Você está atuando como consultor técnico, contratado pelo senhor João Manoel para assessorar os trabalhos na área de mecanização e máquinas agrícolas em sua propriedade. Na área 1, em consequência do surgimento de plantas invasoras no início do ciclo de desenvolvimento da cultura, foi feito o controle com agroquímico (herbicida) via pulverização com pulverizador de barras acoplado ao sistema de levante hidráulico e acionado pela TDP.

Sendo a colheita a última etapa do ciclo de produção de uma cultura e a lavoura está na fase final do ciclo com os primeiros sinais de maturação, o planejamento da colheita é de suma importância, devendo ser levados em consideração alguns fatores, como área plantada, número de dias para colheita, disponibilidade de colhedoras, quantas horas de colheita por dia, dentre outros.

Na área 1 está ocorrendo o cultivo de milho apresentando bom desenvolvimento, sem a presença de plantas invasoras que possam interferir nos trabalhos de colheita. Estão no estágio final de ciclo, com início da maturação fisiológica, portanto é importante que se planeje a colheita.

Dessa forma, você terá que definir e justificar, que tipo de colhedora poderá ser utilizada: tracionada ou colhedora automotriz conjugada? Quais as regulagens necessárias para se evitar perdas na colheita?

Estas providências devem ser tomadas para que, no momento em que a cultura (milho) atingir a maturação fisiológica e ponto ideal de umidade do grão para colheita, o trabalho possa ser iniciado e tenha seu desenvolvimento com qualidade, com o mínimo de perdas e a máxima eficiência. Ressaltando que para a cultura do milho o ponto ideal para início da colheita é preferencialmente quando os grãos atingem umidade em torno de 13% a 15% (ideal para colheita e armazenamento sem necessidade de secagem artificial).

Nesta seção você irá aprofundar seus conhecimentos sobre as colheitadeiras: tracionadas e automotrizes, os sistemas de corte, transporte, trilha/retrilha, limpeza de grãos, armazenamento e descarga de grãos, e ainda sobre a manutenção e regulagens. Vamos começar?!

Não pode faltar

A colheita de qualquer cultura é considerada ponto crucial do ciclo de produção, é a última operação de campo da cultura. Normalmente, é a operação com menor prazo de execução, no qual busca-se o mínimo de danos mecânicos e com menor índice de perdas possível.

A colheita pode ser feita de forma **manual**, mas a indústria de máquinas disponibiliza uma gama de modelos de máquinas para colheita semimecanizadas e mecanizadas, que atende às mais diversas necessidades dos agricultores, podendo colher culturas como milho, soja, arroz, feijão, café, algodão, cana-de-açúcar, frutas, hortaliças, dentre outras.

As máquinas para **colheita semimecanizada** realizam parte da colheita (arranquio ou trilha), normalmente acopladas e acionadas pelo trator.

As máquinas para **colheita mecanizada** (colhedoras) têm alta capacidade operacional, indicadas para grandes áreas.

Na colheita **mecanizada**, as máquinas são classificadas como **tracionadas e automotrizes**.

Quando uma máquina realiza as operações de corte, alimentação, trilha, separação, limpeza, transporte, armazenamento e descarga dos grãos colhidos é chamada colhedora automotriz combinada.

Se a máquina é acoplada a um trator agrícola, sendo totalmente tracionada e acionada por ele, é uma colhedora montada. Finalmente, se a colhedora tiver um motor auxiliar independente ou for acionada pela tomada de potência de um trator, sendo tracionada por ele através da barra de tração, a colhedora é de arrasto.

As **colheitadeiras tracionadas e/ou acopladas** caracterizam-se por terem a necessidade de um trator onde serão acopladas à barra de tração e/ou sistema de levante hidráulico, podem ter seus mecanismos acionados pela tomada de potência do trator ou por motor próprio. Desenvolvidas para a colheita de cereais em geral, possuem plataforma de corte específica para soja, trigo, cevada e outros (Figura 4.1 (A)) ou para a colheita de milho (Figura 4.1 (B)). Estes modelos de colheitadeiras são destinados a pequenos produtores com área de até 100 ha.

Sua constituição básica é composta por cinco partes, que realizam a colheita de

forma integrada: plataforma de corte e alimentação; cilindro e côncavo (debulha/trilha); limpeza/separação dos grãos (peneiras e ventilador); elevador de grãos e tanque graneleiro (condução dos grãos e depósito); descarga (transferência dos grãos do tanque graneleiro para a carreta).

Figura 4.1 | (A) Colhedora montada com plataforma para cereais em geral; (B) Colhedora montada com plataforma para milho



Fonte: <<http://www.jumil.com.br/Produto/colhedora-de-graos-jm-390>>. Acesso em: 4 set. 2016.

Colheitadeiras automotrizes são utilizadas em propriedades com maior área de cultivo, todo seu mecanismo de funcionamento e deslocamento é acionado por motor próprio. Possuem plataformas de colheita substituível para cereais como soja, trigo, arroz, cevada (Figura 4.2 (A)) e específica para milho (Figura 4.2 (B)), ambas têm largura de trabalho variável adequada ao tamanho (potência) da máquina.

São constituídas basicamente de cinco partes, que realizam a colheita de forma integrada: plataforma de corte e alimentação; cilindro e côncavo (debulha/trilha); limpeza/separação dos grãos (peneiras e ventilador); elevador de grãos e tanque graneleiro (condução dos grãos e depósito); descarga (transferência dos grãos do tanque graneleiro para a carreta).

Figura 4.2 | (A) Plataforma para cereais em geral; (B) Plataforma para milho



Fonte: <<http://planetcarsz.com/marcas/MASSEY%20FERGUSON/1571>>. Acesso em: 3 out. 2016.

Um fator a ser considerado é o alto custo de aquisição e que o período de trabalho em uma propriedade é relativamente curto, resumindo-se ao período de colheita, portanto, deverá ser bem avaliada a sua necessidade de aquisição.

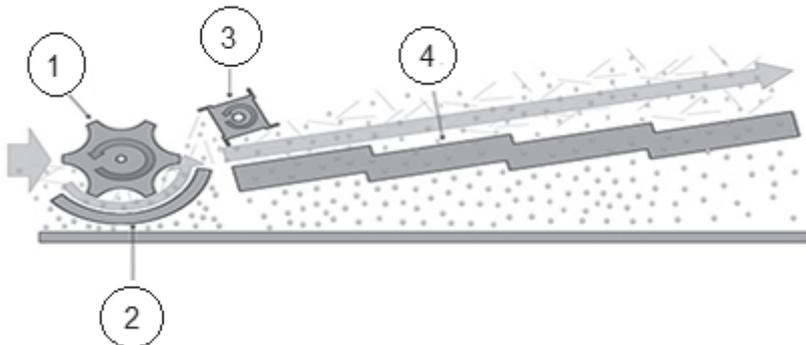
A **unidade/sistema de corte**, também chamada de plataforma de corte, é responsável pelo corte e recolhimento da cultura no campo. Constitui-se de separadores, molinete, barra de corte e caracol (helicoidal), responsável por conduzir o material cortado para dentro da plataforma onde se localiza o canal alimentador (esteira) que transporta o material até o sistema de trilha (BRAGACHINI; BONETTO, 1990).

Unidade/sistema de trilha tem como função retirar os grãos das partes da planta que os contêm, separando-os dos restos da cultura, como caule, espigas, vagens, panículas e folhas. O percentual de separação nesta unidade situa-se entre 60% e 90%, proporcionando uma separação quase total dos grãos da cultura na unidade de trilha e separação.

A **unidade/sistema de trilha pode ser axial de fluxo longitudinal** com um ou dois rotores, conforme o fabricante, que são providos de aletas dispostas na sua periferia, formando uma espécie de caracol. O côncavo compõe-se por um cilindro fixo (ou metade deste) de chapa perfurada que circunda o rotor (total ou parcialmente).

A unidade de separação dos grãos da palha constitui-se, no sistema radial (tangencial), de pente do côncavo, batedor traseiro cortina de chapa, cortina de lona, saca palhas (Figura 4.3).

Figura 4.3 | Sistema de trilha radial (tangencial) 1 - cilindro, 2 - côncavo, 3 - cilindro batedor, 4 - saca palhas



Fonte: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=6527>>. Acesso em: 3 out. 2016.

No sistema axial a unidade de separação dos grãos é composta de dedos separadores e côncavo longitudinal extratores de palha.

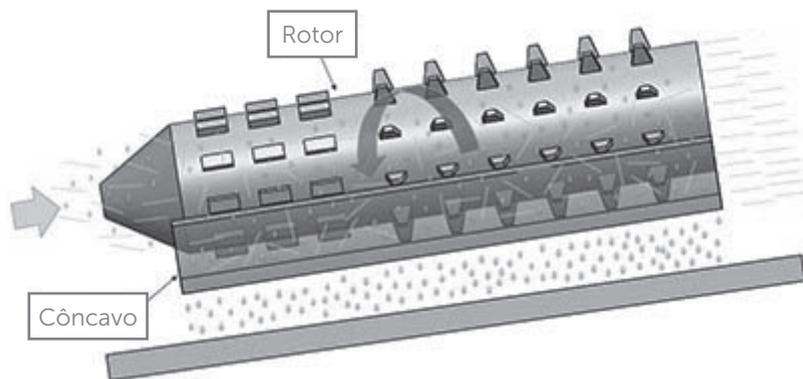
A unidade de limpeza (sistema tangencial/radial e axial) é constituída de ventilador, peneiras superiores, peneiras inferiores, defletor traseiro e reguladores de abertura das peneiras.

A unidade de transporte e armazenamento (sistema tangencial/radial e axial) é constituída de peneira superior, peneira inferior, condutor helicoidal de retilha, elevador de retilha, condutor helicoidal superior de retilha cilindro trilhador, tanque graneleiro, condutor helicoidal de descarga, condutor helicoidal de abastecimento do graneleiro elevador de grãos limpos, caracol de descarga e tubo de descarga.

Os componentes acessórios apresentam: picador de palhas, espalhador de palhas, dentre outros.

As **colhedoras com sistema axial de trilha** (Figura 4.4) proporcionam um menor índice de danificação mecânica ao material colhido, proporcionando, assim, sementes com maior qualidade fisiológica. Além do que, a utilização deste sistema permite a construção de máquinas com menor número de peças móveis, portanto, mais simples, leves e curtas.

Figura 4.4 | Sistema de trilha axial mostrando rotor e côncavo



Fonte: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=6527>>. Acesso em: 3 out. 2016.



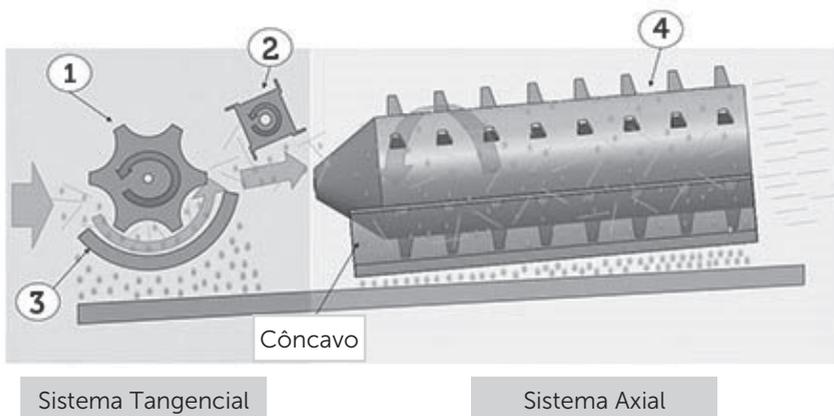
Exemplificando

O crescimento da produção em diversos setores da agricultura, tais como café, cana-de-açúcar e algodão, exigiu da indústria o desenvolvimento de máquinas (colhedoras) especializadas para a colheita desses produtos, com tecnologia adequada para a realização do trabalho de colheita com eficiência e rapidez, que justificam o

investimento na sua aquisição. Por outro lado, estes equipamentos exigem adequação da mão de obra utilizada, requerendo treinamento específico para sua operação.

São disponibilizadas no mercado colhedoras com sistema de trilha híbrido, que têm mostrado maior eficiência para algumas culturas, como a cultura do arroz, onde são bastante utilizadas. O sistema híbrido apresenta as características do sistema radial e do axial montados de forma sequencial, conforme mostra a Figura 4.5.

Figura 4.5 | Sistema híbrido de trilha: 1- cilindro, 2- cilindro baterdor, 3- côncavo, na sequência o sistema axial com côncavo e quatro cilindros axial



Fonte: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=6527>>. Acesso em: 3 out. 2016.

Dentre os fatores que podem interferir na colheita mecanizada, temos a uniformidade da lavoura, que é determinada pela escolha da variedade, preparo do solo, semeadura e tratamentos culturais, umidade dos grãos na hora da colheita (indicador da maturação para colheita, grão ainda com alto teor de umidade, planta ainda com ramos verdes, necessidade de método de secagem rápida da semente quando colhida).



Assimile

A maturação fisiológica é o ponto após o qual a semente não recebe mais nutrientes, o percentual de umidade da semente diminui com rapidez até o percentual próximo à umidade relativa do ar, a planta não exerce mais influência sobre a umidade da semente. A incidência de chuvas e umidade relativa do ar elevada interferem no processo de secagem natural, podendo afetar a qualidade das sementes, que estarão sujeitas à deterioração no campo.

Os acessórios mais comuns utilizados na colhedora automotriz são o picador de palhas, cuja função principal é triturar e distribuir uniformemente a palha (restos culturais) em uma faixa igual à largura da plataforma de corte; e o espalhador de palha, que atua na distribuição uniforme da palha (sem picar) sobre a superfície do solo.

A unidade de limpeza é responsável pela limpeza final dos grãos trilhados. Os principais mecanismos de limpeza nas colhedoras são a peneira superior, a peneira inferior e o ventilador.

A unidade de transporte, armazenamento e descarga é responsável por transportar o material trilhado e limpo até o depósito graneleiro e pela descarga para o meio de transporte que irá retirar os grãos da lavoura (carreta ou caminhão graneleiro).

As regulagens exigidas pelas colhedoras autopropelidas devem ser executadas considerando fatores como: tipo de cultura a ser colhida, densidade populacional, índice de produção, condições do terreno, altura de inserção da espiga, grau de maturação, percentual de umidade do grão, índice de folhas verdes, presença de plantas invasoras, condições climáticas (umidade relativa do ar) e tecnologia da própria máquina. Durante a regulagem, deve-se observar alguns relevantes aspectos, como:

O molinete deve possuir diâmetro entre 0,90 e 1,5 m com quatro a seis barras. Sua função é de levantar e apoiar as plantas de encontro à barra de corte, sua rotação de trabalho não deve ultrapassar 60 RPM.

A barra de corte é responsável pelo corte do material (cultura) a ser colhido, que é executado por um conjunto de faca móvel de formato triangular e movimentos alternativos horizontais com contrafacas fixas e fio serrilhado apoiado nos dedos duplos.

O caracol giratório está localizado no fundo da plataforma de corte, trabalha com rotação de 100 a 150 RPM e é responsável por recolher o material cortado para o centro da plataforma.

Na unidade/sistema de trilha, as regulagens incluem a rotação do cilindro (milho 600 a 900 RPM, dependendo da cultura e do teor de umidade do grão a ser colhido), feita através de controle mecânico no interior da cabine, e a rotação é verificada através de um conta-giros; e a regulagem da abertura frontal e traseira do côncavo, executada automaticamente através de mecanismos hidráulicos a partir da cabine de operação.

Na unidade/sistema de separação e limpeza dos grãos (responsável pela separação dos grãos da palhada e retirada das impurezas) as regulagens devem incluir a rotação do batedor traseiro, a abertura das peneiras superiores e inferiores e a inclinação dos defletores das peneiras inferiores e superiores de acordo

com o volume de material trilhado. Normalmente, estas regulagens são feitas manualmente, acionando mecanismos tipo alavancas graduadas localizadas na parte traseira das peneiras, abrindo ou fechando-as, procedimento semelhante para os defletores traseiros das peneiras (superior e inferior). Já a regulagem do ventilador (fluxo e direção), cuja intensidade dependerá do material colhido, volume e grau de impurezas, é executada a partir de comandos na cabine da máquina.



Refleta

Para que as colhedoras acopladas e colhedoras autopropelidas (automotriz) possam realizar o trabalho de colheita de forma adequada e com eficiência necessitam de regulagens apropriadas no sistema de corte e recolhimento, no sistema de trilha e retrilha e no sistema de limpeza e separação. Alguns fatores, como o preparo do solo, porte da cultura, altura da inserção da espiga, presença de plantas invasoras, umidade da espiga (grão), velocidade de deslocamento da máquina e do molinete, dentre outros, podem interferir no trabalho de colheita, exigindo ajustes nas regulagens. Dessa forma, como resolver estas questões para evitar perdas na colheita?

As regulagens são importantes, pois as perdas na colheita ou desperdício são considerados pontos cruciais em um sistema de produção de qualquer cultura. Dentre os principais fatores que influenciam nas perdas na colheita, podemos citar a topografia do terreno, a variedade da cultura, a densidade populacional, o preparo do solo, as plantas invasoras, as doenças, a suscetibilidade a acamamento, o índice de maturação, a presença de folhas verdes, a umidade do grão, a facilidade de debulha, a qualidade das máquinas para colheita, as regulagens das máquinas (de acordo com o tipo de cultura, altura de inserção da espiga, volume de produção e umidade do grão).

Na colhedora automotriz combinada, as perdas podem acontecer na plataforma de corte, ocasionadas por desnivelamento da plataforma, pneus não calibrados (com pressão inadequada), por velocidade inadequada do molinete (muito alta ou muito baixa), caracol recolhedor muito baixo, molinete muito avançado, barra de corte com folga e velocidade de deslocamento da máquina muito alta.

As perdas na unidade de trilha podem acontecer devido à abertura inadequada do côncavo em relação ao cilindro (em geral muito grande), à baixa rotação do cilindro ou à alta velocidade de deslocamento da máquina. Já as perdas no saca-palhas podem ser devido à extensão do côncavo desajustada, às cortinas (de lona)

com inclinação inadequada, sobrecarga do saca-palhas e também a alta velocidade de deslocamento da máquina.

Perdas que ocorrem no sistema de limpeza (peneiras) podem ser provocadas por rotação (velocidade) inadequada do ventilador, direcionamento incorreto do fluxo de ar, peneiras (superior e inferior) muito fechadas, desalinhamento entre cilindro e côncavo.

No manual de instruções de cada máquina constam todos os cuidados e orientações para a regulagem final, adequando a máquina para realizar o trabalho com eficiência.



Pesquise mais

Uma das preocupações do produtor na colheita mecanizada são as perdas que podem ocorrer durante este processo. Para evitar ou minimizar estas perdas, uma regulagem criteriosa da máquina é fundamental. Para verificar, em nível de campo, se está ou não havendo perdas, como se deve proceder? Esclareça estas dúvidas acessando: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2014b/perdas%20quantitativas.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

Sem medo de errar

Como profissional, é importante considerar a colheita como um procedimento que deve ser devidamente planejado, de forma a integrar a colheita ao sistema de produção da cultura, objetivando obter um produto (grão ou semente) com bom padrão de qualidade.

Considerando a situação-problema, para a cultura do milho o ponto ideal para início da colheita é preferencialmente quando os grãos atingirem umidade em torno de 13% a 15% (ideal para colheita e armazenamento sem necessidade de secagem artificial). Além disso, o tamanho da área 1 é de 200 ha, onde indica-se utilizar uma colhedora automotriz combinada para que os trabalhos de colheita não se estendam demasiadamente, considerando que o recomendado é que a colheita seja executada em até 15 dias.

Para a cultura do milho, além da plataforma ser apropriada, o sistema de trilha deverá ser adequado, tomando-se como referência as recomendações práticas dos fabricantes: rotação do cilindro entre 600 a 900 RPM, se menor de 600 RPM

pode não trilhar (debulhar) adequadamente, e se maior que 900 RPM pode causar danos mecânicos aos grãos (quebras). A folga do cilindro x côncavo (mm) deve ser de 25,5 a 38,2; a regulagem de abertura das peneiras (mm) deve ser: peneira superior 11,1 a 15,9; peneira inferior 12,7 a 15,9, adequando-se por ocasião do início da colheita.

A velocidade de trabalho deve ser entre 4 a 6 km/hora, pois se menor que 4 km/h haverá baixo rendimento, conseqüentemente aumentando o custo operacional, e se maior que 6 km/hora poderá haver mau funcionamento do sistema de corte, trilha, limpeza e ocasionar embuchamento da máquina por não conseguir processar (trilhar) o material cortado, além de provocar tombamento das plantas na frente da máquina. O que vai contribuir também para definir isto são as condições da lavoura (produtividade, umidade dos grãos, presença de plantas invasoras, topografia e presença de obstáculos).

Deve-se regular a velocidade do ventilador para que se efetue a limpeza, porém não jogue grãos para fora das peneiras, a mesma vai depender do volume de material a ser limpo. A regulagem de abertura das peneiras superiores e inferiores deve permitir a passagem dos grãos maiores sem que passe excesso de impurezas, e os defletores traseiros das peneiras devem conter os grãos, permitindo a saída das impurezas.

É importante que o ajuste final de todos os componentes da colhedora seja feito na lavoura ao iniciar a colheita. Deve-se considerar que podem ocorrer variações que interferem no processo de colheita, por exemplo, aumento de umidade por ocorrência de chuvas, variação na produtividade para mais ou para menos, irregularidades no terreno, presença de plantas invasoras ocasionando aumento da massa recolhida pela máquina, dentre outros. Se necessários novos ajustes, o operador deverá estar atento e também o assessor técnico, que deverá acompanhar a evolução do processo de colheita. A colheita tem início preferencialmente quando os grãos atingem umidade em torno de 13% a 15% (ideal para colheita e armazenamento sem necessidade de secagem artificial), colocação de plataforma própria para a colheita do milho. Se a colheita for feita com umidade superior, deverá ser processada a secagem artificial até que o grão atinja 13% a 15% de umidade.

Avançando na prática

Colheita de milho verde

Descrição da situação-problema

O crescimento da indústria de milho verde em conservas tem levado o agricultor a aumentar as áreas de produção de variedades de milho especializadas a este fim, que tradicionalmente é feita em pequenas áreas, pela chamada agricultura familiar.

Você foi procurado por um agricultor que planeja a implantação de uma área de produção de milho verde para a indústria de conservas utilizando um pivô para irrigação da área de 120 ha. A preocupação deste agricultor é com respeito à colheita, pois o milho deverá ser colhido quando os grãos apresentarem em torno de 70% a 80% de umidade e em espigas. Logo, a colhedora tradicional de grãos (colhedora combinada de cereais) não poderá executar a colheita, e a disponibilidade de mão de obra na região é muito escassa. Além disso, o período de colheita é pequeno (em média de quatro a cinco dias) para que a qualidade exigida pela indústria esteja dentro do esperado.

Dessa forma, o agricultor questiona: é possível a colheita mecanizada do milho verde em espiga? Na condição de consultor técnico, como você poderá responder esta questão ao agricultor?



Lembre-se

Todas as máquinas devem ser acompanhadas do Manual de Instruções de Uso e Funcionamento, onde encontram-se todas as orientações sobre normas de segurança, montagem, preparação para o trabalho, regulagens, operação e manutenção. Não deixe de ler, entender e, principalmente, certificar que o operador tenha acesso permanente a este material e o cumpra rigorosamente.

Resolução da situação-problema

Você, como engenheiro agrônomo, deverá explicar ao agricultor que com o crescimento das áreas de produção de milho verde especializado para a indústria de conservas e a necessidade de que a colheita das espigas seja feita, somado à diminuição drástica da mão de obra no campo, a indústria de máquinas tem buscado atender esta demanda, produzindo máquinas colhedoras próprias para colheita de espigas (espigadora).

Você deve detalhar ao agricultor que as lavouras de milho verde devem ser colhidas quando o milho estiver no estágio de maturação chamado de “grãos leitosos”, denominados assim, pois apresentam aspecto leitoso quando espremidos. Nesta fase, os grãos possuem de 70% a 80% de umidade, ou seja, ocorre antes do ponto ideal para a ensilagem (63% a 67% de umidade) destinada à alimentação animal. Você também deve chamar atenção para o período curto de colheita para que o grão tenha as características ideais para ser industrializado, ou seja, o ponto de milho verde dura de quatro a cinco dias, sendo que após esse período o milho já será considerado “passado”.

A indústria disponibiliza pelo menos dois modelos de máquinas para este fim: as

colhedoras acopladas e acionadas pelo trator por meio da TDP, destinado a áreas menores, e a colhedora de espigas automotriz, especializada na colheita de milho em espiga para áreas maiores. De acordo com esta oferta, o agricultor poderá optar por um modelo que atenda às suas necessidades.

Considerando a área de cultivo que o agricultor pretende implantar, é possível a colheita mecanizada, que poderá ser feita com o emprego de uma colhedora automotriz que tem maior capacidade de colheita, especialmente considerando o período bastante restrito para realizá-la.



Faça você mesmo

Embora as colhedoras tenham evoluções tecnológicas, ainda são grandes as preocupações com as perdas na colheita, que em se tratando da cultura do milho não devem ultrapassar 1,5 sacas por hectare (EMBRAPA, 2013). Fatores como velocidade de trabalho na colheita, variedade plantada, topografia da lavoura, problemas de adequação da máquina às condições de colheita podem provocar perdas do produto. Como evitar essas perdas? Como mensurar eventuais perdas na colheita? Procure esclarecer e resolver estas questões que o auxiliarão nos trabalhos de orientação técnica no exercício profissional.

Faça valer a pena

1. A indústria de máquinas disponibiliza uma gama de modelos e tamanhos de máquinas para colheita dos mais diversos produtos, tais como: milho, soja, arroz, feijão, café, algodão, cana, frutas, hortaliças e outros.

Sobre as máquinas para colheita semimecanizada pode-se afirmar:

I) realizam parte da colheita (arranquio ou trilha), normalmente acopladas e acionadas pelo trator.

II) realizam sempre o corte, trilha e limpeza da cultura, acopladas ao trator ou autopropelidas.

III) realizam apenas a limpeza dos grãos para serem armazenados.

IV) realizam somente a limpeza e secagem dos grãos para serem armazenados.

V) realizam principalmente o transporte dos grãos colhidos até o local de armazenamento.

Analisando as afirmações, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as alternativas I e II estão corretas.
- b) Apenas as alternativas I e III estão corretas.
- c) Apenas as alternativas II e III estão corretas.
- d) Apenas as alternativas III, IV e V estão corretas.
- e) Apenas a alternativa I está correta.

2. As máquinas para colheita mecanizada (colhedoras) têm alta capacidade operacional, indicadas para grandes áreas. Quando não são devidamente reguladas, podem causar danos mecânicos aos grãos colhidos, necessitam de topografia plana para desenvolverem um trabalho de qualidade.

Como são classificadas as colhedoras em relação à forma de acionamento?

- a) Somente autopropelidas acopladas ao trator.
- b) Acopladas e acionadas pelo trator e autopropelidas.
- c) Acionadas por caminhão de transporte de grãos.
- d) De arrasto, acionadas por veículo de transporte.
- e) Acopladas ao trator e sem acionamento próprio.

3. As colhedoras são capazes de realizar todas as operações do processo de colheita, são também chamadas de “combinadas”, por possuírem sistemas com funções específicas. Os principais são:

- () Corte, alimentação, esmagamento e armazenamento dos grãos.
- () Corte, trituração de grãos, esmagamento e armazenamento dos grãos.
- () Corte, alimentação, trilha, limpeza e separação, transporte, armazenamento e descarga dos grãos colhidos.
- () Alimentação, trilha, pesagem, ensaque, transporte e armazenamento dos grãos.
- () Alimentação, separação, limpeza, armazenamento de descarga dos grãos.

Analise as afirmações e coloque V para as verdadeiras e F para as falsas e assinale a alternativa com a afirmação correta:

- a) F, F, V, F, V.
- b) F, F, F, V, V.

- c) V, F, F, F, F.
- d) F, V, F, V, F.
- e) V, F, F, V, F.

Seção 4.3

Implementos e máquinas para controle da cobertura vegetal

Diálogo aberto

Qualquer processo de produção requer um planejamento antecipado, prevendo todas as suas etapas de realização. Isto aplica-se também ao setor agropecuário, onde, em condições normais de produção, nos deparamos com situações adversas, considerando que a atividade se desenvolve, de maneira geral, a céu aberto e está sujeita às adversidades climáticas. Por isso, é importante estar atento a todos os fatores que podem influenciar na produção agrícola.

Na busca de diversificação das formas de cultivo, o senhor João Manoel investiu em uma gleba de 150 ha de sua propriedade para adequá-la ao sistema de plantio direto (área 2), executando todos os procedimentos necessários à sua implantação.

Aproveitando sua visita rotineira à propriedade, o senhor João Manoel questionou você sobre a área 2, que foi preparada para implantação do sistema de plantio direto e que agora apresenta a necessidade de implantação de plantas para produção de material para cobertura morta, com o objetivo de dar condições adequadas à realização do plantio direto.

Dessa forma, o senhor João Manoel questionou você: como fazer o manejo das plantas que serão utilizadas como cobertura vegetal para o plantio direto? Será adotado o uso de implementos mecânicos ou o controle químico? Quais os critérios que devem ser considerados para que essa decisão seja tomada? Se for escolhido utilizar os implementos mecânicos, qual o mais indicado para essa área?

Para que você consiga chegar à resolução da situação-problema proposta nesta seção, irá estudar sobre máquinas e implementos que são utilizados para o controle da cobertura vegetal de solo e o manejo que poderá ser adotado na área de produção.

Não pode faltar

O desenvolvimento tecnológico na agropecuária está diretamente relacionado à necessidade de aumento da produção de alimentos, à busca pelo aumento da produtividade dos cultivos, necessidade de diminuição dos impactos ambientais causados pelo avanço das áreas de exploração, pelo uso de máquinas e implementos que causam danos ao solo, como desagregação e erosão, e ainda pelo uso indiscriminado dos agroquímicos que são carregados para os mananciais, causando sérios danos ao homem, aos animais e ao próprio ambiente.

De modo geral, as terras agrícolas vêm sofrendo um processo acelerado de degradação da sua capacidade produtiva pelo uso inadequado de manejo do solo, principalmente pela mecanização intensa e desordenada, associada a sistemas agrícolas de monoculturas contínuas, sendo a principal forma de degradação a erosão do solo (MONDARDO, 1984).

Diante deste cenário, a pesquisa aplicada vem buscando alternativas para aumentar a produção e produtividade, diminuir o avanço de abertura de novas fronteiras agrícolas e mitigar os danos ambientais causados, e ainda evitar novos impactos negativos. Nesse sentido, o sistema de plantio direto (SPD) vem obtendo bons resultados. Ressaltando que esse sistema é considerado conservacionista e atualmente encontra-se bastante difundido entre os produtores, independentemente do tamanho e da cultura cultivada.

Conforme estudado anteriormente, o SPD requer cuidados especiais para sua implantação e continuidade, porém, depois de estabelecido, seus benefícios não se estendem apenas ao solo, já que o sistema contribui também para o rendimento das culturas, redução de processos erosivos, assim como diminuição da contaminação ambiental e das atividades com máquinas agrícolas.

Sendo a cobertura do solo obtida por meio de restos culturais e/ou de culturas de cobertura e considerando a necessidade de pelo menos 50% de cobertura, é necessária a adoção de estratégias próprias de produção desse material, primeiro com a adoção de culturas da própria região.

Com exceção da Região Sul, o planejamento estratégico que deve ser considerado é o seguinte: o cultivo antecipado da cultura de cobertura às primeiras chuvas sendo a semeadura da planta de cobertura realizada antes que se inicie o período de chuvas, plantando-se na terra seca (conhecido como plantio no pó, a germinação se dará quando iniciarem as primeiras chuvas).

As plantas de cobertura usualmente são dessecadas com utilização de produto químico na época adequada para a execução do plantio da cultura de produção. Outra estratégia é a **sobressemeadura**, que consiste no semeio da cultura de

cobertura quando ainda existe outra cultura de produção finalizando seu ciclo. Se na região de plantio as chuvas costumam estender-se, pode-se adotar a chamada safrinha de cultura de produção, o que proporcionará um volume significativo de palhada (restos culturais), adequando a área ao SPD.

Por fim, uma prática que vem crescendo por oportunizar uma dinâmica interessante de produção, chamada de **"rotação agricultura pecuária"**, onde as pastagens, especialmente as braquiárias, mostram-se bastante eficientes na manutenção da cobertura (palhada), e a cultura de produção deixa resíduos (nutrientes e corretivos), proporcionando melhor produtividade da pastagem na rotação.

Sabendo-se que a quantidade de palhada de cobertura do solo é regulada especialmente pela relação carbono/nitrogênio (C:N), a qual é relacionada à espécie da planta e reflete a velocidade de decomposição do material (plantas de decomposição rápida, como as leguminosas, e plantas de decomposição lenta, por exemplo, as gramíneas). Então, o manejo das plantas de cobertura é uma estratégia que pode regular o tempo de permanência da palhada sobre o solo.



Refleta

Entender sobre o manejo de culturas de cobertura significa entender a essência do sistema de plantio direto, suas nuances, especialmente nas regiões onde está ou será implantado. Compreender a relação carbono nitrogênio (C:N), assim como as condições climáticas (principalmente a umidade) que interferem na velocidade de decomposição da matéria orgânica, são importantes para saber como administrar estas variáveis para que se possa obter sucesso no SPD. Aprofunde seus conhecimentos sobre estes assuntos acessando: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1101>. Acesso em: 4 set. 2016.

O manejo de plantas de cobertura significa interromper seu desenvolvimento com o objetivo de que seus resíduos passem a fazer parte da cobertura do solo. Para que se tenha maior eficiência, as plantas de cobertura devem permanecer o mais inteiras possível, com o objetivo de tornar o processo de decomposição mais lento. Normalmente, a época de cultivo determina o manejo, por exemplo, quando semeadas na primavera, antecedendo as culturas de safra normal (de verão), o manejo mais indicado é **controle químico**.

Esse método é importante para matar estas plantas, pois as condições de campo são favoráveis ao seu crescimento e os métodos mecânicos não farão controle eficiente, considerando a capacidade de rebrota da maioria das espécies.

Esta técnica proporciona ganho de tempo para efetuar o plantio da cultura de produção e, segundo experiências práticas, mesmo permanecendo "de pé" estas

culturas dessecadas não prejudicam o plantio nem o desenvolvimento da cultura de produção e, por outro lado, seu processo de decomposição é mais lento.

A escolha do produto (herbicida) deverá levar em consideração a espécie de cobertura. Por exemplo, se a espécie cultivada apresentar folha larga, o herbicida deverá ser específico para vegetais que possuem essa característica. Caso possua folhas estreitas, o produto deverá ser destinado aos vegetais com essa particularidade. Se as plantas exibirem folhas largas e estreitas, deverá ser usada mistura compatível para o controle de ambas.

Para que se tenha o efeito desejado no controle, na medida do possível, recomenda-se não repetir o princípio ativo nas aplicações subsequentes, para evitar criar resistência da planta à ação do produto. Outra medida que contribui com isto é a rotação de culturas de produção e de cobertura.

As vantagens do plantio direto sobre o preparo convencional do solo são inúmeras, conforme já ressaltamos anteriormente em outras seções, porém, também são observadas desvantagens, principalmente pela sua dependência quanto ao uso de herbicidas, já que o controle eficiente das invasoras é fundamental no plantio direto.

Entre os aspectos que mais contribuem para o bom controle das plantas infestantes estão a implantação de culturas em condições que podem proporcionar seu bom desenvolvimento, a escolha correta do produto aplicado, as doses, as formas de aplicação, os fatores ambientais e a utilização correta dos equipamentos (GAZZIERO, 1984).

Para que a aplicação de herbicidas seja realizada, um dos equipamentos utilizados é o pulverizador, que deverá atender às necessidades de aplicação do produto e, dependendo da área a ser pulverizada, deve ser feita uma verificação *in loco* avaliando a presença de outras plantas que necessitem ser também eliminadas. Isto é relevante para que se faça a indicação do produto ou, se necessário, da mistura de produtos, cuja prescrição deverá ser feita por um profissional qualificado (engenheiro agrônomo), por meio de receituário agrônômico contendo todas as informações técnicas sobre o produto, compatibilidade (seletividade) para a cultura de produção, cuidados no manuseio, aplicação, descarte de embalagens vazias e uso do equipamento de proteção individual (EPI) indicado para a operação com o referido produto.



Pesquise mais

A época de dessecação das plantas de cobertura e das plantas invasoras, antecedendo a semeadura da cultura de interesse comercial, é tão importante quanto a escolha correta do herbicida a ser utilizado para controle destas plantas. Aprofunde seus conhecimentos acessando o conteúdo disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html>. Acesso em: 4 set. 2016.

Quando o manejo das plantas de cobertura for feito no período de outono/inverno (final do ciclo das chuvas), recomenda-se a adoção de **métodos mecânicos** para interromper o desenvolvimento vegetativo dessas plantas. Considerando as condições de cerrado (em que o desenvolvimento das plantas é interrompido devido à escassez de água no período de outono/inverno), pode ser feita a utilização de **rolo faca**, **triturador de vegetais** ou de **roçadoras**, considerando que o manejo deverá ser feito antes que estas plantas produzam sementes, evitando novas infestações pelo início da estação chuvosa.



Assimile

O manejo de plantas de cobertura está diretamente relacionado ao sistema de plantio. No sistema de plantio convencional elimina-se qualquer planta de cobertura, pois sua essência é enterro de toda cobertura (viva ou morta) que exista na superfície do solo, adequando-o ao plantio.

Dentre os equipamentos para manejo de plantas de cobertura, o que tem se mostrado mais eficiente é o **rolo faca** (Figura 4.6), cuja função é provocar o tombamento das plantas sem, no entanto, triturá-las, propiciando uma cobertura uniforme do solo e aumentando o tempo de permanência da cobertura. Constitui-se basicamente de um rolo metálico equipado com lâminas transversais equidistantes, cuja função é tombar e quebrar os caules/hastes das plantas de cobertura e/ou invasoras, utilizando lâminas curtas.

Figura 4.6 | Modelo de rolo faca



Fonte: <<https://images.sstatic.com/rolo-faca-terras-altas-implemento-agricola-128740z0-16285931.JPEG>>. Acesso em: 3 out. 2016.

Outro cuidado a ser tomado no uso de rolo faca é tombar as plantas no mesmo sentido em que será executado o plantio da cultura de produção (Figura 4.7). Isso facilita o trabalho da semeadora, pois os discos de corte correrão no sentido longitudinal da planta tombada, não sendo necessário o corte de caule/hastes, facilitando a ação dos discos de abertura do sulco para as sementes e evitando “embuchamento”. Considera-se como desvantagem do uso de rolo faca a propensão à compactação do solo pela circulação de máquinas pesadas nas áreas de cultivo.

Figura 4.7 | Rolo faca tombando crotalária



Fonte: <<http://www.adubarofuturo.com.br/wp-content/uploads/2015/11/foto-11-rolo-faca-em-juncea.jpg>>. Acesso em: 3 out. 2016.

As **roçadoras** podem ser acopladas ao sistema de levante hidráulico do trator e acionadas pela TDP, acopladas à barra de tração e acionadas pela TDP, e acopladas à barra de tração do trator e acionadas pelas próprias rodas (acionamento próprio). O emprego das roçadoras deve ser devidamente avaliado, considerando que seu sistema de lâminas de corte proporciona trituração da massa cortada, o que viabiliza a aceleração na decomposição do material, o que não é desejável. Entre os aspectos negativos está a desuniformidade na distribuição do material cortado pela ação

rotativa das lâminas, que lança este material para um lado, formando uma leira que irá dificultar a operação de plantio pelo acúmulo localizado de material cortado. Com isso, concluímos que o uso das roçadoras no manejo de plantas de cobertura em áreas destinadas ao plantio direto não são o implemento mais indicado.

Os **tritadores** podem ser horizontais de vegetais, também conhecidos por "triton", normalmente acoplados ao sistema de levante hidráulico do trator e acionados pela TDP. Entre suas funções estão o corte e trituração da massa vegetal com maior intensidade que as roçadoras, devido aos seu sistema de facas dispostos em um eixo horizontal paralelo ao solo, possibilitando que trabalhem em alturas de 1 a 25 cm em relação ao solo, com largura de corte entre 1,5 a 3,5 metros. As facas são dobráveis e a rotação de trabalho é de aproximadamente 3000 RPM, o que proporciona uma trituração eficiente do material. Entretanto, quanto mais triturado o material, mais rápido ocorre o processo de decomposição e, em se tratando de persistência da cobertura do solo, isto não é interessante, por isso este equipamento só deve ser utilizado em casos especiais, como quando há excesso de cobertura vegetal ou quando é realmente necessário que o material seja triturado.

Outros equipamentos podem ser utilizados para o manejo de plantas de cobertura e/ou restos culturais, como as **segadoras** de discos rotativos, que são acopladas ao sistema de levante hidráulico e acionadas pela TDP do trator. Estes equipamentos cortam e tombam as plantas sobre o solo, porém sem dar precisão no sentido do tombamento, têm seu emprego preferencial no manejo de planta de cobertura em pomares nas entrelinhas, considerando que normalmente não se faz plantio de outras culturas nestes locais, e no trabalho de fenação de capins utilizados na alimentação animal.

Em relação às culturas indicadas para serem empregadas com cobertura para o SPD, é importante lembrar o papel que exercem sobre o sucesso do sistema, considerando que sua escolha está diretamente relacionada à época de plantio e à necessidade de volume de matéria seca. Dentre as espécies mais utilizadas estão: gramíneas *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis*, milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), Aveia (*Avena spp*), e dentre as leguminosas temos: Crotalária (*Crotalaria juncea L.*), Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus L.*), dentre outras.



Exemplificando

Atualmente, considerado um sistema de plantio que contribui de forma decisiva para a conservação e recuperação do solo, o Sistema de Plantio Direto depende diretamente da qualidade e quantidade de cobertura do solo (restos culturais). O sucesso do sistema está na escolha correta das plantas que serão usadas para cobertura em função da época de

cultivo, do manejo correto destas plantas (químico ou mecânico) e da rotação de culturas de produção e de cobertura, tendo sempre presente a preocupação com plantas daninhas, que podem concorrer com a cultura de produção causando-lhe sérios danos (prejuízos).



Faça você mesmo

As plantas daninhas (invasoras) ocorrem em todos os sistemas de cultivo, seja no convencional ou direto, especialmente neste último, devido a existência também do cultivo das plantas de cobertura. Quando ocorre a infestação de plantas daninhas, seu controle é dificultado. Essas plantas irão concorrer diretamente com a planta de produção em espaço, água, luz e nutrientes e, indiretamente, são hospedeiras (“alojamento”) para insetos e doenças, interferindo na colheita. Dessa forma, como proceder para manejar a cultura de cobertura e ao mesmo tempo efetuar o controle destas invasoras? A adoção de técnicas como Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) poderá ser uma solução?

Sem medo de errar

No caso em questão foi feito o controle de plantas invasoras com aplicação de herbicida antes do plantio, portanto a lavoura não apresenta infestação de plantas daninhas, não justificando o manejo químico (com aplicação de herbicida dessecante). Via de regra, a época de cultivo determina a maneira como devem ser manejadas. Quando semeadas na primavera, antecedendo as culturas de safra normal (de verão), o manejo mais indicado é o químico, método que irá matar estas plantas, pois as condições são favoráveis ao seu crescimento e os métodos mecânicos não farão controle eficiente, considerando a capacidade de rebrota da maioria dessas espécies.

Na hipótese de uso de controle químico com herbicida, que para esta situação deverá ser dessecante, terá que ser feita a análise das espécies de plantas presentes na área para que se possa selecionar o produto ou mistura de produtos. Se houver apenas plantas com folhas estreitas (gramíneas), o herbicida poderá ser específico para estas, o mesmo acontecendo se houver apenas folhas largas. Caso haja as duas (folhas estreitas e largas), deverão ser utilizados produtos específicos para cada uma, de preferência que possam ser misturados e aplicados numa única operação. Este papel é do responsável técnico (agrônomo), que indicará os produtos (herbicidas) através de receituário agrônômico.

O equipamento utilizado para aplicação, neste caso, deverá ser o pulverizador de barras tratorizado acoplado ao sistema de levante hidráulico do trator e acionado pela TDP pelo tamanho da área. A dose do produto, bem como o volume de água necessário para aplicação por hectare, deverá atender à recomendação expressa no receituário agrônomo, preenchido por você na condição de responsável técnico (agrônomo) prestando serviços à propriedade.

Decidido pelo manejo mecânico das plantas de cobertura, o mais indicado é o uso do rolo faca, que provoca o tombamento da cultura de maneira uniforme, mantendo-a inteira, o que irá retardar sua decomposição e, com isto, mantendo o solo coberto por mais tempo.



Atenção

A escolha dos produtos (herbicidas) para dessecação depende das espécies de plantas existentes (se folhas estreitas, folhas largas ou infestação de ambas), do grau de infestação e do estágio de desenvolvimento das plantas invasoras e, logicamente, da cultura que será instalada ou que esteja instalada. A indicação deverá ser feita pelo agrônomo credenciado através de receituário agrônomo.

Avançando na prática

Manejo de culturas de cobertura em pomar de citros

Descrição da situação-problema

Em uma propriedade dedicada à produção de citros, o seu proprietário, o senhor Pedro José, procurou você, engenheiro agrônomo, para questioná-lo se na sua área de produção é possível adotar um sistema diferente do que vem utilizando em seus pomares. O agricultor esclareceu que mantém as entrelinhas do pomar permanentemente limpas utilizando implementos como grade e enxadas rotativas, para eliminar qualquer tipo de plantas invasoras, mas tem percebido que o solo seca com muita facilidade e as chuvas costumam causar erosão, arrastando muita terra e causando danos à lavoura. Dessa forma, ele questionou você: é possível utilizar as chamadas plantas de cobertura nas entrelinhas do pomar? Se possível, como fazer o manejo para que não concorram em água, luz, nutrientes e espaço com as fruteiras? Quais as possíveis vantagens de adotar esse manejo? Qual a melhor forma de manejo as plantas de cobertura nas entrelinhas do pomar?



Lembre-se

Nenhuma decisão deve ser tomada sem que se faça uma visita *in loco*, analisando todo o contexto histórico da área e/ou cultura. Se for preciso, submeta à apreciação de outro especialista antes do parecer final.

Resolução da situação-problema

Na área de produção do senhor José Pedro, a forma de manejo que tem sido empregada, mantendo o solo descoberto, causa sérios danos não só ao solo nas entrelinhas da cultura, como à própria cultura, pois o solo sofre grande aquecimento durante o dia, recebendo a incidência direta do sol. Ocorre também alta evaporação, além da exposição à ação do vento e da chuva, situação relatada pelo proprietário, que inclusive constatou a ocorrência de processo erosivo na lavoura.

Como estratégia para solucionar estes problemas, propõe-se a adoção de cobertura vegetal permanente nas entrelinhas, preservando-se as linhas de plantio nos limites da circunferência da copa sem a presença de plantas, para evitar a concorrência com os citros em água, luz, espaço e nutrientes.

A vantagem do uso de plantas de cobertura nas entrelinhas dos pomares, independentemente da cultura, é manter o solo permanentemente coberto (protegido) contra a ação direta do sol, das chuvas, e a decomposição gradativa do material manejado proporciona melhorias na fertilidade e estrutura do solo.

Dentre as plantas de cobertura que podem ser usadas estão as braquiárias (*Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis*), crotalárias, aveia, nabo forrageiro, entre outras, que devem ser manejadas nas entrelinhas com a utilização de roçadeiras e/ou triturador rotativo de vegetais (triton), e nas linhas de plantio sob a projeção da copa com controle manual ou herbicida dessecante.

A adoção deste método de manejo irá eliminar a exposição do solo à ação direta do sol e da chuva, evitando a erosão e o superaquecimento da superfície com consequente perda de água. Além disso, proporcionará um grande volume de material sobre o solo nas entrelinhas, que irá se decompor e fornecerá nutriente para as plantas na forma de adubo orgânico, contribuindo com ganho na produção e economia de fertilizantes.

O manejo das plantas de cobertura das entrelinhas deverá ser feito com equipamento mecânico, sendo para este caso específico indicado o uso das roçadoras tratorizadas acopladas ao sistema hidráulico do trator e acionadas pela TDP, considerando que são bastante eficientes em termos de rendimento do trabalho e podem trabalhar centralizadas em relação ao trator ou descentralizadas para um dos lados, podendo inclusive trabalhar bem próximo ao caule das plantas.

Faça valer a pena

1. Considerando a região do Cerrado, onde temos duas estações distintas: primavera e verão, com períodos chuvosos, e outono e inverno, com período seco, para que se possa obter cobertura adequada de solo (apropriadas ao plantio direto), um planejamento estratégico deverá ser devidamente executado para que se tenha sucesso no cultivo de plantas de cobertura. Dentre as estratégias estão:

I) O cultivo antecipado de cultura de cobertura às primeiras chuvas (conhecido como plantio no pó).

II) As plantas de cobertura são manejadas (normalmente dessecadas pelo manejo químico) na época adequada para a execução do plantio da cultura de produção.

III) Não é necessário o cultivo de plantas de cobertura e o manejo dos restos culturais deve ser feito por meio de queimada, para facilitar o plantio.

Analise as afirmações apresentadas e assinale a alternativa que contém apenas as opções corretas.

a) I e II estão corretas.

b) I e III estão corretas.

c) II e III estão corretas.

d) I está correta.

e) III está correta.

2. Sabendo-se que a quantidade de palhada de cobertura do solo é regulada especialmente pela relação carbono nitrogênio (C:N), que é relacionada à espécie da planta e à velocidade de decomposição do material (plantas de decomposição rápida como as leguminosas e plantas de decomposição lenta como as graminhas). Então, o manejo das plantas de cobertura é uma estratégia que pode regular o tempo de permanência da palhada sobre o solo. Pode-se afirmar que o manejo de plantas de cobertura implica em:

a) Colher as plantas de cobertura para serem utilizadas na alimentação de animais.

b) Interromper seu desenvolvimento com o objetivo de que seus resíduos passem a fazer parte da cobertura do solo.

c) Manejá-las logo após a germinação, facilitando assim sua eliminação.

d) Colher e transportar estas plantas para fora da área de cultivo, para

que possa ser retirado o excesso de umidade e evitar a proliferação de patógenos.

e) Fazer com que atinjam a chamada maturação fisiológica e sejam colhidas com umidade do grão ao redor de 14%.

3. O manejo de plantas de cobertura significa interromper seu desenvolvimento com o objetivo de que seus resíduos passem a fazer parte da cobertura do solo. Para que se tenha maior eficiência, as plantas de cobertura devem permanecer o máximo possível inteiras, com o objetivo de tornar o processo de decomposição mais lento. Usualmente, a época de cultivo determina a maneira como devem ser manejadas:

() Quando são semeadas antecedendo as culturas de safra normal, o manejo mais indicado é o químico.

() Quando o manejo das plantas de cobertura for feito no período de outono/inverno (final do ciclo das chuvas), recomenda-se a adoção de métodos mecânicos.

() Apenas é indicado o manejo mecânico quando são semeadas na primavera, antecedendo as culturas de safra normal (de verão).

Analise as afirmações e marque V para as verdadeiras e F para as falsas e assinale a alternativa com as respostas corretas:

- a) V, F, F.
- b) V, V, V.
- c) F, F, V.
- d) F, V, V.
- e) V, V, F.

Seção 4.4

Eficiência teórica e prática das máquinas e implementos agrícolas

Diálogo aberto

Olá, aluno! Chegamos à última seção de nossa disciplina Máquinas e Mecanização Agrícola. Nesta unidade viemos estudando o caso do senhor João Manoel, que é um agricultor engajado com as novas tecnologias e está permanentemente buscando informar-se sobre as novidades no setor do agronegócio. Ultimamente se interessou por pesquisas disponibilizadas no campo da genética vegetal, novidades na área de fertilizantes e corretivos e na área de máquinas e implementos agrícolas, sempre buscando investir em melhorias para que a produção e produtividade de suas lavouras continuem crescendo.

Como já havia manifestado anteriormente a seu consultor técnico, está preocupado com o consumo do seu parque de máquinas agrícolas, tem percebido que a cada safra o tempo disponível para realização das tarefas tem sido mais curto, considerando que vem diversificando as atividades na propriedade e identificou a necessidade de um planejamento rigoroso do uso das máquinas e implementos.

Considerando a conclusão da safra e tendo todos os registros necessários, o senhor João Manoel questionou você: é possível quantificar a eficiência (teórica e prática), na realização das diversas atividades de campo, como no preparo convencional de solo (aração e gradagem), no plantio/semear, na distribuição de corretivos e fertilizantes, na pulverização e, por fim, na colheita? E ainda, como calcular o consumo de combustível e o tempo estimado gasto para realização das operações?

Tabela 4.2 | Dados para cálculo da eficiência teórica (CcT), efetiva (CcE), área trabalhada por hora, tempo gasto total por área, consumo de combustível por hora e total (200 ha)

Operação Implemento	Velocidade de trabalho (km/h)	Largura de trabalho (m)	Motor: Potência (CV)	Coefficiente eficiência efetiva (CcE)	Percentual consumo combustível (litro por CV por hora)
Aração	5	1,5	100	75	0,14
Aplicação de corretivo	8	5	100	70	0,12

(continua)

Gradagem pesada	6	2,5	100	80	0,14
Gradagem nivelamento	6	3,5	100	85	0,14
Plantio	6	9	100	70	0,13
Pulverização	6	10	100	70	0,12
Colheita	5,5	7,5	250	80	0,14

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nos dados apresentados, você deverá apresentar para o senhor João Manoel o resultado do cálculo de eficiência e consumo por hora das máquinas agrícolas utilizadas na realização dos tratos culturais de sua propriedade.

Não pode faltar

A agropecuária é um conjunto de atividades que, como tantas outras, pode ser considerada uma atividade econômica de risco, avaliando o ambiente de produção a que está exposta. O trabalho é realizado com a ação de variáveis como clima (oscilação de temperatura, excesso ou escassez de chuvas, granizo, geadas, ventos, dentre outras), além dos aspectos de mercado, dos insumos (sementes, fertilizantes, corretivos e agroquímicos), do preço de vendas e de seus subprodutos, que têm como consequência a remuneração do agricultor. Considerando estes e outros fatores, a busca de estratégias para diminuir o custo de produção na agropecuária é de suma importância para o sucesso dos projetos de produção agrícola.

A atenção dispensada à eficiência das máquinas e implementos na realização das diversas tarefas, juntamente com o acompanhamento criterioso do consumo de combustíveis e lubrificantes, é fator decisivo para economicidade na realização dos trabalhos de campo, especialmente considerando que o custo da mecanização no processo de produção das diversas culturas, conforme afirma Silveira (2006), está entre 20% a 40% do custo da produção total. Por exemplo, conforme dados da Fundação ABC (2007), para a cultura da soja no sistema convencional, o custo da mecanização pode chegar a 25% do custo total de produção.

Segundo Balastreire (1990), o **custo total do uso das máquinas agrícolas** é dado por dois componentes principais: custo fixo e custo operacional, sendo o primeiro aquele que é contabilizado independentemente do uso da máquina, representado pelos gastos com depreciação, juros, alojamentos e seguro. Já o custo operacional varia de acordo com o uso do equipamento, ou seja, os gastos com combustíveis, manutenção, salários e lubrificantes.

Um dos elementos básicos para o cálculo do custo de produção agrícola é

inerente ao uso de máquinas e implementos na busca de aumento do rendimento das operações agrícolas, chamado de custo operacional.

Segundo Pacheco (2000), a **capacidade operacional estimada** é a quantidade de trabalho que as máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar por unidade de tempo.

A **capacidade de campo teórica** (Cct) é resultado da razão entre o desempenho da máquina (área trabalhada) e o tempo efetivo, como se a mesma trabalhasse 100% do tempo na velocidade nominal, utilizando 100% da sua largura nominal. Geralmente, é expressa em hectare por hora (ha/h).

$$Cct \text{ (ha/h)} = \frac{V \text{ (km/h)} \times L \text{ (m)}}{10}$$

Onde:

L = largura de trabalho (m);

V = velocidade de trabalho (km/h);

Constante = 10



Exemplificando

Um conjunto mecanizado (trator-arado) que possui três discos, de 25 cm de largura de corte cada, trabalha a uma velocidade de 5 km/h. Sua capacidade operacional teórica (Cct) é dada por:

$$V = 5 \text{ km/h} = 5.000 \text{ m/h};$$

$$L = \text{discos (3)} \times 0,25 \text{ m (por disco)} = 0,75 \text{ m};$$

$$Cce = \frac{5.000\text{m} \times 0,75\text{m}}{10} = 3.750 \text{ m}^2/\text{h} = 0,375 \text{ ha/h}$$

Na realização das diversas atividades de campo, inúmeros fatores interferem na plenitude de realização desses trabalhos. Por isso, para efeito de cálculo da **capacidade de campo efetiva** (Cce) devem ser considerados fatores como embuchamento do implemento, descanso do operador, manobras de cabeceiras, abastecimento de depósito de adubo e sementes, abastecimento dos tanques das máquinas aplicadoras de agroquímicos, descarga do produto colhido, reabastecimento de combustível, lubrificação, dentre outros fatores. Normalmente, o tempo de deslocamento de ida e volta do galpão ao local de trabalho, acoplamento e desacoplamento, manutenção preventiva e corretiva e verificações diárias não é incluído para efeito do cálculo de tempo perdido na determinação da eficiência de campo das máquinas e implementos.

Com base nessas informações, no momento em que for determinada a jornada de trabalho, é necessário que se considere o tempo operacional de campo separadamente do tempo de preparação das máquinas e implementos para o trabalho.

Se considerarmos os diferentes tamanhos de máquinas, variações na velocidade de deslocamento durante o trabalho, formato e tamanho das áreas de produção, qualificação e habilidade do operador, dentre outros, é praticamente impossível dar números exatos para eficiência de campo que possa se obter em uma propriedade rural. No Brasil, praticamente não dispomos de tabelas de eficiência de campo, para os conjuntos (trator + implemento) utilizados. Por isso, há necessidade de se desenvolver pesquisas nacionais a fim de obter os parâmetros já mencionados, sem os quais se torna quase impossível a execução de cálculos confiáveis.

Na ausência de uma tabela obtida nas condições brasileiras, a Tabela 4.3 reproduz dados contidos em trabalhos de vários autores, normalmente retirados dos padrões da *American Society of Agricultural Engineers* (ASAE). Observa-se na Tabela 4.3 que as eficiências de campo são dadas em uma faixa para as diversas operações, em um intervalo de velocidades, e que os valores, embora obtidos em condições diferentes, podem servir como orientação para as várias operações realizadas por máquinas nas condições brasileiras. Porém, o ideal é que o agricultor ou consultor técnico proceda esta determinação no local de execução da operação, coletando os dados reais da área a ser trabalhada para que se obtenha dados mais precisos para cada caso.

Tabela 4.3 | Velocidade de trabalho e eficiência de campo (Ec %) para operações com diferentes máquinas e implementos agrícolas

Equipamentos	Velocidade (km/h)	Ec (%)
Arados	4 – 8	70 - 85
Grades pesadas	5 – 7	70 - 90
Grades niveladoras	7 – 9	70 - 90
Escarificadores	5 – 8	70 – 85
Subsoladores	4 – 7	70 – 90
Enxadas rotativas	2 – 7	70 – 90
Semeadoras de sementes miúdas	4 – 8	65 – 80
Semeadoras de sementes graúdas: Plantio Direto	3 – 7	50 – 75
Semeadoras de sementes graúdas: Plantio Convencional	4 – 8	50 – 75
Cultivadores	3 – 5	70 – 90
Pulverizadores	5 – 8	60 – 75
Colhedora de arrasto	3 – 6	60 – 75
Colhedora combinada automotriz	3 – 6	65 – 80
Colhedora de forragem	4 – 7	50 – 75
Ceifadoras (segadoras)	6 – 9	75 - 86

Fonte: adaptada da ASAE: ASAE D230-4, 1984. Disponível em: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=4875>>. Acesso em: 5 out. 2016.



Assimile

No cálculo da capacidade de campo efetiva (CcE) deve-se considerar somente o tempo de trabalho após a máquina já estar no campo. O tempo despendido com regulagens do equipamento no galpão, acoplamento de implementos ao trator, manutenções periódicas, eventuais reparos e deslocamentos até a lavoura não é computado. Dessa forma, estes trabalhos devem ser devidamente planejados e executados com a máxima rapidez, bem como os deslocamentos até a lavoura onde o trabalho de campo será realizado.

A capacidade de campo efetiva (CcE) é obtida por meio da relação entre o desempenho real da máquina (área trabalhada) e o tempo total de trabalho no campo, expressa em hectare por hora (ha/h).

$$CcE = \frac{\text{Largura} \times \text{Velocidade}}{10} \times Ec$$

Onde:

L = largura (m);

V = velocidade de trabalho (km/h);

Ec = eficiência de campo (decimal).



Exemplificando

Utilizando o exemplo anterior, temos:

$$V = 5 \text{ km/h} = 5.000 \text{ m/h};$$

$$L = \text{discos (3)} \times 0,25 \text{ m (p/disco)} = 0,75 \text{ m};$$

$$Ec = 80\%$$

$$Cce = \frac{5.000 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}}{10} \times 0,80 = 0,3 \text{ ha/h}$$

Vamos supor que este conjunto mecanizado (trator-arado) possui três discos de 25 cm de largura de corte cada um que trabalha a uma velocidade de 5 km/h. Sua capacidade operacional teórica (Cce) é de 0,3 ha/h. Quantas horas de trabalho serão necessárias para arar 200 ha?

$$\text{Tempo gasto} / 200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{0,3 \text{ ha/h}} \cdot 666.666 \text{ h} = 670 \text{ h}$$

Se considerarmos dias de trabalho de 8 (oito) horas, seriam necessários 84 dias para realizar a aração da área de 200 ha da lavoura. Se se pretende realizar em menor tempo, terá que aumentar o tamanho do conjunto mecanizado ou aumentar o número de conjuntos mecanizados a fim de diminuir o tempo disponível para realizar a tarefa de aração desta área.

Outro fator de suma importância dentro do gerenciamento das máquinas e implementos agrícolas é o controle de custos de combustíveis e lubrificantes, que pode interferir de maneira negativa nos custos de uma operação agrícola. Dentro do planejamento, estes custos são classificados como custos operacionais ou variáveis, são aqueles que dependem da quantidade de trabalho (funcionamento) da máquina e usualmente são constituídos por combustíveis (C), reparos e manutenção, incluindo lubrificantes (RM) e salário do tratorista (ST), então:

$$CV = C + RM$$

Onde:

CV = Custos variáveis

C = combustíveis

RM = Reparos e manutenção

O combustível para acionamento dos motores das máquinas agrícolas (tratores, colhedoras automotrizes, pulverizadores autopropelidos) tem sua avaliação de consumo difícil de precisar, tendo em vista as variáveis como cargas a que são submetidas as máquinas durante o trabalho de campo. Porém, considerando que as informações dos fabricantes nem sempre são exatas, várias literaturas citam que o consumo de combustível (diesel) fica em torno de 0,12 a 0,16 litros por "cv" de potência máxima nominal do motor, conforme manual do fabricante.

Então, pode-se afirmar que o consumo pode ser calculado utilizando a fórmula:

$$C = 0,12 \text{ a } 0,16 \text{ litros por CV por hora} \times \text{Potência do motor}$$

Supondo que $C = 0,14 \times \text{Potência do Motor}$, para um motor de 75 cv temos:

$$C = 0,14 \times 75 \text{ cv} = 10,5 \text{ L/h (consumo de combustível por hora)}$$

Para **cálculo do custo horário**, supondo o valor do litro de diesel de R\$ 2,00. Utilizamos a fórmula:

$$C = 0,12 \text{ a } 0,16 \text{ litros por CV por hora} \times \text{Potência do motor} \times \text{Valor do litro do diesel}$$

Supondo que o consumo seja de 0,14 litros por CV por hora, temos:

$$C = 0,14 \times \text{potência do motor} \times \text{valor do litro de diesel}$$

$$C = 0,14 \times 75 \text{ (cv)} \times 2 \text{ (R\$)} = 21 \text{ (R\$) /h}$$



Refleta

O planejamento de uso dos conjuntos mecânicos (trator + implemento) deverá ser feito antes do início das atividades, para que seja possível saber o tempo médio necessário para a sua execução e seja possível decidir em aumentar o tamanho do conjunto mecânico ou o número adequando a janela de tempo disponível para execução da tarefa sob pena de se perder o momento ideal, por exemplo, do plantio, por não estar o solo preparado para tal.

As despesas de manutenção têm de ser computadas para efeito de cálculo do custo de operação das máquinas e implementos agrícolas, dentre essas despesas está a **manutenção preventiva**, em que devem ser computados os gastos com componentes que devem ser substituídos em períodos regulares, como: filtros de combustível, de lubrificantes, de ar, óleos lubrificantes do motor, transmissão e sistema hidráulico, bem como correias da bomba d'água, ventilador, sistema de direção hidráulica e alternador.

Em relação à **manutenção corretiva**, seu custo torna-se bastante difícil de precisar, por depender de fatores de difícil controle, como: habilidade do operador, tipo de terreno a ser trabalhado (topografia, presença de obstáculos como pedras e outros). Tendo em vista essas dificuldades, vários setores da área de máquinas e implementos conduzem pesquisas detalhando sobre manutenção, de maneira a oferecer dados que permitam o cálculo desses custos, até mesmo antes da aquisição das máquinas e implementos.

Nesse sentido, Pacheco (2000) apresenta uma tabela (Tabela 4.4) que contém valores em percentual para a estimativa do custo inicial com reparos e manutenção durante a vida útil de tratores e outras máquinas agrícolas. Significa dizer que, por exemplo, um trator que custa R\$ 100.000,00 e tem vida útil prevista de 10 anos, para efeito de cálculo estimado com manutenção corretiva, considera-se que será de 100% do preço ao longo de 10 anos ou 10% do valor por ano, e assim sucessivamente para cada equipamento, conforme a Tabela 4.4.

Tabela 4.4 | Parâmetros para cálculo de custo com reparos (manutenção corretiva) de máquinas e implementos agrícolas

Equipamentos	Gasto total com reparos % do preço de aquisição
Tratores	100
Arados	60
Grades	50
Escarificadores	60
Subsoladores	60
Enxadas rotativas	80
Semeadoras de sementes miúdas	80
Semeadoras de sementes graúdas: Plantio Direto	80
Semeadoras de sementes graúdas: Plantio Convencional	80
Cultivadores	100
Pulverizadores	80
Colhedora de arrasto	90
Colhedora combinada automotriz	100
Colhedora de forragem	60
Ceifadoras (segadoras)	150

Fonte: adaptada de Pacheco (2000): <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=4875>>. Acesso em: 3 out. 2016.



Exemplificando

Como vimos, a eficiência está relacionada com uma série de fatores em que nem sempre é possível a interferência do homem, como umidade do solo, topografia do terreno a ser trabalhado, existência de obstáculos como árvores, postes de rede elétrica, dentre outros. Em áreas planas, sem obstáculos, com faixas de manobras amplas, o percentual de eficiência aumenta. Somando-se aos citados, temos a habilidade e o conhecimento do operador como fator decisivo no aumento da eficiência. Cabe mencionar ainda que recursos modernos, como sistemas de piloto automático guiados por sinal de GPS, têm se mostrado uma excelente ferramenta para minimizar os impactos diretos do operador sobre a atividade. Quando o conjunto mecanizado é eficiente, possibilita racionalizar o uso destes, diminuindo a quantidade de potência por unidade de área (cv/ ha), o que influencia na diminuição de custos (fixos e variáveis).



Pesquise mais

Na elaboração do projeto de custo de produção de uma cultura devemos levar em consideração informações como insumos utilizados e serviços de máquinas e implementos ao longo da realização do projeto de produção da cultura. Para o cálculo do custo de produção, deve-se observar os custos fixos, que são aqueles que não variam com o quanto se utiliza da máquina, sejam eles: juros sobre capital investido, seguro, depreciação anual, abrigo, dentre outros. Os custos variáveis são os que variam de acordo com o grau de utilização da máquina, como gastos com manutenção (preventiva), reparos (curativa) e operação (combustível e operador). É necessário aprofundar sobre o assunto, portanto pesquise mais acessando:

Análise de custos operacionais e eficiência gerencial para conjuntos trator-implemento em operações agrícolas. Disponível em: <<http://www.ler.esalq.usp.br/download/gmap/estagio/Gustavo.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2016.

Análise também a eficiência operacional em colheita de cana-de-açúcar, disponível em: <www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/download/593/589>. Acesso em: 3 out. 2016.

Sem medo de errar

Na situação-problema apresentada, você, na condição de consultor técnico (agrônomo), deverá orientar a implantação e condução de uma gleba de 200 ha de lavoura de milho para produção de grão, feita a visita *in loco* e verificada a disponibilidade do parque de máquinas da propriedade e considerando que é perfeitamente possível e necessário o cálculo da eficiência, teórica e prática, na realização das diversas atividades de campo: aração, gradagem, semeio, plantio, distribuição de corretivos e fertilizantes, pulverização e colheita, incluindo a estimativa de consumo de combustível e tempo estimado gasto para realização de cada operação:

Eficiência teórica e prática do preparo do solo:

Para o preparo inicial de solo, pela utilização de trator tração 4 x 4 (TDA), com potência nominal de 100 cv, arado de cinco discos com largura de corte de 0,30 m por disco e velocidade de trabalho de 5 km/h, grade pesada com 2,5 m de largura útil, velocidade de 6 km/h, eficiência de 85% e grade niveladora com 4m de largura útil. Velocidade de trabalho de 6,5 km/h e eficiência de 85%. Importa salientar que

a velocidade deve ser a adequada para cada operação, permitindo eficiência sem sobrecarga das máquinas. É possível definir a medida da velocidade real tomando-se o tempo gasto para percorrer uma determinada distância realizando a operação de campo proposta, neste caso, aração ou gradagem. Para eficiência podemos usar como parâmetro a Tabela 4.1 ou calcular a eficiência teórica multiplicando a velocidade do conjunto mecânico dada pelo fabricante na marcha e rotação definido, por exemplo, 1ª marcha simples velocidade teórica (sem nenhuma interferência) 6 km/h multiplicada pela largura de trabalho do implemento; no campo, utilizando-se a mesma marcha e rotação do motor, cronometra-se o tempo (uma hora) de trabalho e mede-se a área real trabalhada; feito isto, verifica-se a diferença entre a área apurada no cálculo teórico em relação à realizada na prática e tem-se o percentual efetivo de trabalho.

Eficiência teórica e efetiva no preparo periódico (convencional) de solo

Para o conjunto mecânico trator+arado temos:

Velocidade de trabalho = 5 km/h;

Largura de trabalho = 5 x 0,30 m = 1,5 m;

Aração com eficácia de 75% (0,75);

Potência do motor = 100 CV

$$Cct \text{ (ha/h)} = \frac{V(\text{km/h}) \times L(\text{m})}{10}$$

$$\text{Eficiência teórica} = Cct = \frac{5000\text{m} \times 1,5\text{m}}{10} = 0,75 \text{ ha/h}$$

$$Cct \text{ (ha/h)} = \frac{V(\text{km/h}) \times L(\text{m})}{10} \times Ec$$

$$\text{Eficiência efetiva} = Cce = \frac{5000\text{m} \times 1,5\text{m}}{10} \times 0,75 = 0,56 \text{ ha/h}$$

Para o conjunto mecânico trator + grade pesada:

Velocidade de trabalho = 6 km/h;

Largura de trabalho = 2,5 m;

Gradagem pesada com eficácia de 80% (0,80);

Potência do motor = 100 CV

$$\text{Eficiência teórica} = C_{ct} = \frac{6000\text{m} \times 2,5\text{m}}{10} = 1,5 \text{ ha/h}$$

$$\text{Eficiência efetiva} = C_{ce} = \frac{6000\text{m} \times 2,5\text{m}}{10} \times 0,80 = 1,2 \text{ ha/h}$$

Para o conjunto mecânico trator + grade niveladora temos:

Velocidade de trabalho = 6 km/h;

Largura de trabalho = 3,5 m;

Gradagem de nivelamento com eficácia de 85% (0,85);

Eficiência teórica (C_{ct}) = 2,1 ha/h

Eficiência efetiva (C_{ce}) = 1,78 ha/h

Eficiência teórica e efetiva no plantio/semear

Para o conjunto mecânico trator + semeadora convencional temos:

Velocidade de trabalho = 6 km/h;

Largura de trabalho 18 linhas com espaçamento de 0,5 m entre linhas = 9 m;

Semeadora convencional com eficácia de 70% (0,70);

Eficiência teórica = 5,4 ha/h

Eficiência efetiva = 3,78 ha/h

Eficiência teórica e efetiva distribuição de corretivos e fertilizantes

Para o conjunto mecânico trator + distribuidor de corretivos temos:

Velocidade de trabalho = 8 km/h;

Largura de trabalho = 5 m;

Por não se ter referência de eficiência, foram utilizados como comparativo os pulverizadores, eficácia de 70% (0,70);

Eficiência teórica = 4 ha/h

Eficiência efetiva = 2,8 ha/h

Eficiência teórica e efetiva na pulverização

Para o conjunto mecânico trator + pulverizador de barras com 20 bicos

espaçados de 0,5 cm entre bicos, temos:

Velocidade de trabalho = 6 km/h;

Largura de trabalho 20 bicos com espaçamento de 0,5 m = 10 m;

Pulverizador de barras com eficácia de 70% (0,70);

Eficiência teórica = 6 ha/h

Eficiência efetiva = 4,2 ha/h

Eficiência teórica e efetiva na colheita

Para a colheita com colhedora automotriz combinada equipada com plataforma de corte de 25 pés (0,3 m/pé) e motor de 250 cv de potência, temos:

Velocidade de trabalho = 5,5 km/h;

Largura de trabalho 25 pés x 0,3 m = 7,5 m;

Eficiência teórica de 80% = 4,1 ha/h

Eficiência efetiva = 3,3 ha/h

Cálculo consumo de combustível

O consumo de combustível (diesel) fica em torno de 0,12 a 0,16 litros por "cv" de potência máxima nominal do motor.

Pode-se afirmar que o consumo pode ser calculado utilizando-se a fórmula:

$C = 0,12 \text{ a } 0,16 \times \text{Potência do Motor}$, então para o motor em questão de 100 cv (a escolha do percentual deverá ser feita em função da atividade a ser executada com mais ou menos esforço de tração), temos:

$C = 0,14 \times 100 \text{ cv} = 14 \text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Preparo de solo – aração

Consumo de combustível; $C = 0,14 \times 100 \text{ cv} = 14 \text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para arar os 200 ha = $14 \text{ l/h} \times 357,2 = 5.000,8$ litros

Aplicação de corretivo

Consumo de combustível; $C = 0,12 \times 100 \text{ cv} = 12 \text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para distribuição de corretivo (200 ha) = $12\text{ l/h} \times 771,43\text{ h} = 858$ litros

Preparo de solo – grade Pesada

Consumo de combustível; $C = 0,14 \times 100\text{ cv} = 14\text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para a operação de gradagem pesada (200 ha) = $14\text{ l/h} \times 166,666 = 2.334$ litros

Preparo de solo – grade niveladora

Consumo de combustível; $C = 0,14 \times 100\text{ cv} = 14\text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para gradagem de nivelamento (200 ha) = $14\text{ l/h} \times 112,35\text{ h} = 1.1573$ litros

Plantio

Consumo de combustível l/h; $C = 0,13 \times 100\text{ cv} = 13\text{ l/h}$

Consumo total para plantar os 200 h = $13\text{ l/h} \times 53\text{ h} = 689$ litros

Pulverização

Consumo de combustível; $C = 0,12 \times 100\text{ cv} = 12\text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para pulverizar (200 ha) = $12\text{ l/h} \times 47,62\text{ h} = 571,5$ litros

Colheita

Consumo de combustível; $C = 0,14 \times 250\text{ cv} = 35\text{ l/h}$ (consumo de combustível por hora).

Consumo total para colher 200 h = $35\text{ l/h} \times 60,6\text{ h} = 2.121$ litros

Tempo estimado gasto para realização das operações

Tempo gasto preparo área total (200ha) = $\frac{\text{área total (200ha)}}{\text{área efetivamente trabalhada por hora}}$

Tempo gasto para arar os 200 ha será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200\text{ ha}}{0,56\text{ ha/h}} = 357,2\text{h}$$

Tempo gasto para a gradagem pesada (200 ha) será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{1,2 \text{ ha/h}} = 166,666\text{h}$$

Tempo gasto para a gradagem de nivelamento (200 ha) será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{1,78 \text{ ha/h}} = 112,36\text{h}$$

Tempo gasto para o plantio (200 ha) será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{3,78 \text{ ha/h}} = 53\text{h}$$

Tempo gasto para a distribuição de corretivos nos 200 ha será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{2,8 \text{ ha/h}} = 71,5\text{h}$$

Tempo gasto para a pulverização (200 ha) será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{4,2 \text{ ha/h}} = 47,6\text{h}$$

Tempo gasto para a colheita nos 200 ha será de:

$$\text{Tempo}/200\text{ha} = \frac{200 \text{ ha}}{3,3 \text{ ha/h}} = 60,6\text{h}$$



Atenção

Observe o quanto é importante o planejamento antecipado das operações para que se possa decidir pela necessidade ou não de conjuntos mecânicos maiores e de maior potência ou a colocação de maior número de conjuntos mecânicos para que se possa realizar as operações dentro do tempo disponível, além da possibilidade de previsão de insumos como combustíveis e lubrificantes.

Avançando na prática

Eficiência no trabalho com conjunto tração animal

Descrição da situação-problema

Um pequeno agricultor, vizinho do senhor João Manoel, que possui uma pequena área onde produz para o consumo familiar e havendo excedente comercializa, possui um motocultivador (trator de rabiças, “mula mecânica” ou microtrator), equipamento motorizado de duas rodas utilizado para tracionar implementos diversos, desde preparo de solo até colheita. Caracteriza-se pelo fato de o operador caminhar atrás do equipamento durante o trabalho. Este agricultor, em certa ocasião, presenciou o diálogo entre o senhor João Manoel e seu consultor

técnico sobre o cálculo da eficiência de trabalho dos conjuntos mecânicos (trator + implementos) e a importância destes no planejamento da produção, então questionou o consultor se era possível efetuar este cálculo para o seu caso utilizando motocultivador. Tendo ouvido o questionamento do agricultor, você decidiu apresentar alternativas de como efetuar o cálculo médio de rendimento de trabalho para esse tipo de operação, tendo, porém, de efetuar o cálculo de forma prática na propriedade do agricultor considerando as peculiaridades da situação.



Lembre-se

Embora tenha-se referências para o cálculo da eficiência teórica e da eficiência efetiva, é ideal que se faça a determinação nas condições de trabalho de cada conjunto mecanizado, obtendo uma maior precisão dos resultados obtidos.

Resolução da situação-problema

Em visita à propriedade do agricultor e conhecendo seus equipamentos, motocultivador de duas rodas de tração com motor diesel de **16 CV de potência nominal**, acionamento manual ao qual está acoplada uma enxada rotativa **com largura útil de um metro**, a velocidade de operação, considerando que o operador anda conduzindo a máquina, deve ficar **entre 3 a 5 km/h**, e a eficiência teórica, a depender da profundidade de trabalho, do número de manobras em função do tamanho da área, ou seja, quanto menor, maior o número de manobras, conseqüentemente maior perda de tempo, deve ficar **entre 70% a 90%**.

De posse destes dados é possível realizar o cálculo da eficiência teórica, porém, para o cálculo prático, o ideal é que se efetue as medições a campo no local de trabalho tomando-se o tempo gasto para preparar uma determinada área, por exemplo, uma área de 50m² e compará-la com a eficiência teórica obtendo a eficiência efetiva; ou usa-se a fórmula padrão, selecionando dentro da faixa de velocidade de 3 a 5 km/h, optou-se por utilizar 4,5 km/h; a largura do implemento é de 1m e dentro da faixa de eficiência de 70% a 90% optou-se por utilizar eficiência efetiva de 70%, por se tratar de uma máquina em que o operador anda a pé conduzindo-a, logo temos:

$$V = 4,5 \text{ km/h};$$

$$L = 1 \text{ m};$$

$$Cct = \frac{V(\text{km/h}) \times L(\text{m})}{10}$$

$$Cct = \frac{4.500 \times 1\text{m}}{10} = 450\text{m}^2/\text{h}$$

Para o cálculo da capacidade efetiva, temos:

$$V = 4,5 \text{ km/h};$$

$$L = 1\text{m};$$

$$\text{Eficiência} = 70\%$$

$$C_{ct} = \frac{V(\text{km/h}) \times L(\text{m})}{10} \times C_e$$

$$C_{ce} = \frac{4.500 \times 1\text{m}}{10} = 0,70 = 315 \text{ m}^2/\text{h}$$

Para o cálculo do consumo de combustível, utilizar a indicação da média de consumo por CV do motor (0,12 a 0,16 l/CV por hora). Logo temos:

$$\text{Potência do motor} = 16 \text{ CV} \times 0,12 = 1,92 \text{ l/h};$$

$$\text{Custo de combustível por hora} = 1,92 \text{ l/h} \times 2,00 \text{ (R\$)} = 3,84 \text{ (R\$) por hora};$$

Para cálculo do custo por hectare, procede-se ao cálculo do tempo gasto para preparar um hectare, depois multiplica-se pelo consumo obtendo a quantidade gasta de litros de diesel. Para o custo total por hectare, multiplica-se o gasto total/ha pelo preço do litro de diesel (R\$), neste exemplo estipulado em R\$ 2,00.

$$\text{Tempo gasto por hectare} = 10.000\text{m}^2 \text{ (ha)};$$

$$\text{Tempo gasto p/ha} = \frac{10.000\text{m}^2(\text{ha})}{\text{área trabalhada/h}} = \frac{10.000\text{m}^2}{256 \text{ m}^2} = 39,06 \text{ h/ha}$$

A quantidade de combustível gasto p/ha:

$$\text{Tempo gasto p/ha} = 39,06$$

$$\text{Consumo de diesel/h} 1,92$$

$$\text{Consumo total} = 1,92 \text{ l/h} \times 39,06\text{h} = 75\text{l}$$

$$\text{Custo diesel/ha} = 39,06 \text{ litros} \times \text{R\$ } 2,00 = \text{R\$ } 78,12$$

Faça valer a pena

1. A atenção dispensada à eficiência das máquinas e implementos na realização das diversas tarefas, juntamente com o acompanhamento criterioso do _____ e _____ é fator decisivo para economicidade na realização dos trabalhos de campo, especialmente, considerando o custo da mecanização no processo de produção das diversas culturas.

Assinale a alternativa correta para completar as lacunas.

- a) Gasto com álcool e gás.
- b) Consumo de combustíveis e lubrificantes.
- c) Consumo de fertilizantes e corretivos.
- d) Consumo de adubo e sementes.
- e) Gasto com peças de reposição e filtros.

2. Segundo Balastreire (1990), o custo total do uso das máquinas agrícolas é dado por dois componentes principais: custo fixo (independente do uso da máquina) e custo operacional (varia de acordo com o uso).

Dessa forma, o custo fixo é representado por quais itens?

- a) Gastos representados por combustíveis lubrificantes e salários.
- b) Gastos representados por pneus e contrapesos.
- c) Gastos representados por fertilizantes e corretivos.
- d) Gastos com depreciação, juros, alojamentos e seguro.
- e) Custos com combustível e alojamento dos trabalhadores.

3. Segundo Pacheco (2000), a quantidade de trabalho que as máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar por unidade de tempo denomina-se capacidade operacional. Já a capacidade de campo teórica (CcT) é caracterizada como:

- I) A razão entre o desempenho da máquina (área trabalhada) e o tempo efetivo.
- II) Considera que a máquina trabalha 100% do tempo na velocidade nominal, utilizando 100% da sua largura nominal.
- III) A razão entre o desempenho da máquina (área trabalhada) e o tempo efetivo menos o índice de patinagem.

Assinale a alternativa com as afirmações corretas:

- a) Apenas a alternativa I está correta.
- b) Apenas a alternativa II está correta.
- c) Apenas a alternativa III está correta.
- d) Apenas as alternativas I e II estão corretas.
- e) Apenas as alternativas I e III estão corretas.

Referências

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE Standards 1999**. Agricultural machinery management data. St. Joseph, USA, 1999. p. 332-339.

ASSOCIAÇÃO Nacional de Defesa Vegetal. Disponível em: <www.andef.com.br/>. Acesso em: 4 ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de tecnologia de aplicação**. São Paulo: ANDef, [s.d.]. Disponível em:<<http://www.andefedu.com.br/publicacoes/manuais>>. Acesso em 20 ago. 2016.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 187 p.

BRAGACHINI, M; BONETTO, L. A. **Cosecha de trigo**: equipamiento, regulación y puestas a punto de la cosechadora – evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA – EEAManfredi, 1990. 60 p. (INTA – EEAManfredi. Cuaderno de Actualización Técnica, 6).

COLHEDORAS: diferentes sistemas de trilha e separação. **Revista A Granja**, edição 792, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=6527>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 3 ago. 2016.

EMBRAPA. **Sistema Embrapa de Bibliotecas (SEB)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/seb>>. Acesso em. 2 ago. 2016.

FEDERAÇÃO Brasileira de Plantio Direto e Irrigação. Disponível em: <www.febrapdp.org.br/>. Acesso em: 28 jul. 2016.

FUNDAÇÃO ABC. **Custo de mecanização agrícola**. Castro: Circular técnica, n. 32, out. 2005.

GASSEN. D. N. Manejo de outono depois da colheita de verão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, edição 128, mar./abr. 2012. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1101>. Acesso em: 15 ago. 2016.

GAZZIERO, D. L. P. **Controle de plantas daninhas no plantio direto**. Plantio Direto no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 47-52.

MANTOVANI, E. C.; SANTOS, J. P.; FONSECA, M. J. O. **Embrapa Milho e Sorgo**: Sistemas de Produção, 5. edição, set. 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/colheita2.htm>. Acesso em: 3 out. 2016.

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do produtor**: como evitar desperdício nas colheitas de soja, do milho e do arroz. Londrina: EMBRAPA, 1998. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/206695/1/doc112.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**. São Paulo: Editora EDUSP, 1980. v. 2, 367 p.

MONDARDO, A. **Manejo e conservação do solo**. Plantio Direto no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 53-78.

NAÇÕES UNIDAS. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencias/fao/>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

NEVES, J. L. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2003. 48 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA - FAO. **OCDE-FAO: América Latina e Caribe podem erradicar a fome até 2025**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/422998/>>. Acesso em: 3 out. 2016.

PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21 p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto Agrônomo (IAC). Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/publicacoes/.../pdf/v57-1_mecanizacaosistemaplantiodireto.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.

SILVEIRA, G. M. **Custo horário das máquinas agrícolas**. Campinas: IAC, 2006. 4 p. <<https://nacoesunidas.org/agencias/fao/>>. Acesso em: 22 de junho 2016.

ISBN 978-85-8482-675-9



9 788584 826759 >