

(CCO = ha/h). Podemos citar que o aumento da capacidade dos tanques (de arrasto ou montados), o comprimento das barras e os sistemas de suspensão que possibilitam um aumento de velocidade, têm sido agregados nos pulverizadores para determinar o aumento da CCO. É importante lembrar que aumentando apenas um destes fatores, não se obtêm tantos incrementos na CCO, quanto os possíveis na combinação dos mesmos.

Em estudos, de simulação pela fórmula de Baltin adaptado por Matuo, T. e comparados com resultados reais na cultura de cana-de-açúcar e citros, foi demonstrado que as ferramentas de simulação muito têm contribuído para melhor adequação do tamanho do equipamento.

Como exemplo, podemos citar que aumentando a capacidade do tanque de 600 para 2.000 litros, o comprimento da barra de 12 para 18 metros e a velocidade de aplicação de 6 para 7 km/h e mantendo todas as outras variáveis constantes passaremos de uma CCO de 2,04 ha/h para 4,65 ha/h (um incremento de 127%).

É importante lembrar que o aumento da capacidade do pulverizador, indiscutivelmente, estará ligada ao aumento do seu preço de aquisição e, portanto, só será viável para áreas suficientemente grandes que justifiquem seu uso.

Outros pontos de logística de trabalho, bem como variáveis técnicas de seleção da pulverização, devem ser considerados tais como: volume de calda desejado (L/ha) e sistema de abastecimento (preparo no tanque ou calda pronta), entre outros.

A caracterização do equipamento, analisando capacidade operacional, deve considerar em primeiro lugar, o tamanho da área que se pretende tratar, dentro de um determinado tempo ("timing" correto em relação a praga) e as conseqüências em relação aos custos agregados a esses fatores, cabendo a possibilidade de utilizar-se desde pequenas máquinas até grandes pulverizadores auto-propelidos.

Qualidade da Aplicação e Distribuição dos Produtos

A capacidade de colocar o produto selecionado, em quantidade certa, no alvo correto, com perfeita distribuição dentro de toda a área, é função da associação dos diversos componentes dos pulverizadores.

Assim estaremos discutindo cada uma das partes do pulverizador e sua influência no conjunto total. Por uma questão de simplicidade, iniciaremos a descrição das partes por uma ordem prática de visualização do equipamento.

Tanques

A capacidade do tanque associada a outras variáveis pode responder com aumento da CCO, porém é importante lembrar que outras funções podem ter influência nesta variável.

O aumento da capacidade do tanque normalmente exige tratores de maior potência para tracioná-lo, podendo com isto aumentar a compactação do solo pelo trator ou pela própria carreta do pulverizador. Isto tem feito com que alguns pulverizadores de arrasto tenham que usar pneus especiais para redução da compactação. Em outros casos, devido às variações topográficas ou mesmo dependendo da cultura, torna-se impossível utilizar tanques de arrasto, sendo necessário, nesses casos, que os equipamentos sejam montados no próprio trator.

É muito importante observar o formato do tanque, pois alguns formatos, em determinadas condições, não favorecem o perfeito esvaziamento, deixando uma sobra de calda que provocará uma maior concentração nos preparos seguintes (caso de preparo da calda no tanque) e um consumo maior do agrotóxico que o esperado.

Bombas de Pulverização

As bombas de pulverização representam a fonte de energia para a operação do sistema. Elas são responsáveis por conferir

pressão a um determinado volume de líquido a ser pulverizado. Essa energia (energia potencial) será utilizada em todo o sistema para distribuição do líquido, nas mangueiras e tubulações, filtros, comandos, chegando até a ponta de pulverização com energia suficiente para que essa possa formar adequadamente a gota ideal e distribuí-la de forma uniforme conforme, determinado pela ponta selecionada.

O dimensionamento perfeito para a bomba deve considerar dois pontos importantes.

- volume suficiente para abastecer todas as pontas de pulverização a pressão desejada.
- volume excedente suficiente para permitir a perfeita calibração do pulverizador e retornar ao tanque, promovendo uma agitação hidráulica da calda.

As bombas normalmente utilizadas no Brasil, são bombas de pistão, capazes de produzir altas pressões e deslocar volumes constantes de calda. Outras, como as bombas de diafragma e centrífuga, por apresentarem custos menores e maiores facilidades de manutenção, têm sido largamente utilizadas em pulverizadores agrícolas na Europa e USA.

É importante lembrar que na aplicação de herbicidas tem se procurado trabalhar com pressões baixas de 1 a 3 bar, facilitando o uso de bombas centrífugas.

Sistemas de agitação da calda no tanque utilizando o retorno da bomba, têm substituído os agitadores mecânicos, com muitas vantagens, pois as partes móveis que apresentam grande desgaste e vazamentos nos tanques, são eliminadas.

Sistemas de Filtragem

Outro fator de grande relevância nos pulverizadores e que tem sido tratado de forma muito simplista ou inadequada, são os filtros utilizados. Para a maioria dos técnicos e produtores a função dos filtros é simplesmente filtrar a calda, sem se lembrar

de todos os fatores diretamente ligados a essa operação. Entre esses fatores, destacamos alguns:

- Garantia da uniformidade de pulverização - Se não tivermos filtros bem dimensionados, que permitam a passagem de todo o princípio ativo (ex. filtros muito finos como malha 100 mesh, retém a formulação pó-molhável) ou que deixem passar impurezas que possam entupir as pontas mais finas (ex. bicos F/110/0.4/3 ou TP100.01 usados com filtros malha 50 mesh), teremos aplicações desuniformes na área.
- Capacidade operacional - O tempo gasto no trabalho de limpar pontas e filtros durante a aplicação é tempo perdido na operação de pulverização.

Análises realizadas em algumas propriedades agrícolas, têm mostrado que é desperdiçado de 5% a 10% do tempo útil de trabalho nesta operação.

Atualmente, alguns equipamentos, já contam com sistemas de filtros auto-limpantes.

- Segurança ao trabalhador - O processo de aplicação de agrotóxicos está classificado como uma operação de risco ao trabalhador (em cada caso deve ser analisado o nível a exposição do trabalhador para que isto seja definido) e qualquer medida de segurança individual só deve ser tomada, após as medidas coletivas não serem suficientemente capazes de proteger o trabalhador. O trabalho com filtros inadequados, exige que o operador, por várias vezes, entre em contato com o produto no momento que realiza a limpeza das pontas ou filtros, aumentando sua chance de exposição (mãos, rosto, e até boca - assoprar o bico).

Comandos de Seções e Válvulas Reguladoras de Pressão

O aumento do comprimento das barras, proporciona ganhos sensíveis em capacidade operacional. Porém, em regiões de topografia mais inclinada, onde as culturas instaladas exigem grande número de arremates, as barras maiores têm

provocado grandes desperdícios de produtos, seja por sobreposição das áreas tratadas ou pelo aumento de pressão nas seções que permanecem pulverizando enquanto outras estão fechadas.

O problema de sobreposição das áreas tratadas pode ser minimizado com o aumento do número de seções das barras, para até 5 seções.

O aumento da pressão nas seções abertas, pode ser resolvido com o uso de comandos mecânicos que compensem a vazão destinada a uma seção da barra para um retorno alternativo ao tanque, já comum em máquinas de maior porte, produzidos pelos melhores fabricantes. Uma outra alternativa, seria a adição de sistemas computadorizados de controle de aplicação que além de compensar automaticamente a vazão só para as seções abertas, compensam as variações de velocidade e rotação dos tratores transferidos ao sistema de pulverização. O uso desses sistemas deve crescer muito, pois preparam as máquinas atuais para em um futuro muito próximo usar o GPS nos pulverizadores (agricultura de precisão).

As válvulas reguladoras de pressão também devem ser selecionadas de acordo com o tipo de bomba e dimensionadas de acordo com o volume de calda e a pressão com que se pretende trabalhar.

As bombas de pistão e diafragma necessitam de reguladores com válvulas de alívio com mola, pois o líquido gerado pela bomba será sempre transferido para o sistema, podendo elevar a pressão a altos níveis, caso não haja esse dispositivo.

As bombas centrífugas podem trabalhar com sistemas mais simples, como válvulas de estrangulamento, pois os volumes deslocados pela bomba são inversamente proporcionais à pressão de trabalho não causando grande aumento de pressão, caso o circuito de pulverização seja fechado.

Junto a este conjunto é normalmente encontrado o manômetro, equipamento de grande importância na avaliação da

qualidade da aplicação, pois através dele podemos analisar os critérios da aplicação como: se a pressão de trabalho está dentro do padrão, se temos variação de pressão no sistema (pulsção ou quedas bruscas). Como a pressão real de trabalho das pontas é diferente da pressão medida neste ponto do circuito, alguns técnicos têm utilizado um manômetro removível do sistema para medir a pressão exata na ponta de pulverização (kit manômetro), auxiliando o processo de calibração e aferição do sistema.

Barras de Pulverização

Um dos fatores mais importantes na análise dessa variável está ligado à altura de trabalho entre a ponta e o alvo. Esse fator sofre grandes influências à medida que as barras têm sido aumentadas (oscilações verticais) com a finalidade de aumentar a CCO. Nesse caso, nessas máquinas, é necessário conter sistemas de auto equilíbrio (trapézio com par de links em "A" ou "V", suspensão com pivô horizontal, entre outros) bem como sistemas de amortecedores próprios para amenizar esses movimentos em função do comprimento das barras e da topografia do terreno.

É comum encontrarmos no campo grandes falhas de aplicação por falta de conhecimento adequado do funcionamento dessas estruturas (suspensão com pivô central travado) e por falta de investimentos em manutenção das mesmas.

Atualmente existem sistemas de suspensão ativa que utilizam sensores com ultra-som, ligados a cilindros hidráulicos, que ajustam a altura da barra ao solo, garantindo assim a altura ideal.

O efeito da altura da barra pode influenciar na qualidade de distribuição, sendo o fator mais visível aos olhos dos produtores e operadores. Porém, para os técnicos, o movimento horizontal da barra também deve ser analisado com muito

critério, pois isto pode causar sérios problemas de distribuição: em alguns momentos, a ponta da barra pode ter velocidade zero causando um acúmulo na quantidade de produto aplicada e, no momento seguinte, uma velocidade maior do que a do pulverizador, acarretando uma distribuição menos concentrada do que a esperada na calibração do equipamento.

As estruturas anteriormente citadas demonstram a preocupação com esse fato, pois as barras maiores são normalmente travadas por um sistema de "mão francesa" ou tirantes que garantem que não ocorra movimento horizontal exagerado. É importante lembrar, que qualquer que seja a estrutura, é necessário contar com sistemas de desarme ("fusíveis" ou molas), que possibilitem a proteção das barras, caso acidentalmente sofrerem impacto no solo ou em outro obstáculo.

Tubulações e Conectores

As perdas de carga nas tubulações são proporcionais ao volume deslocado, ao diâmetro do tubo/mangueiras e a sua rugosidade interna, bem como dos acessórios neles conectados (filtros de linha, cotovelos, curvas, conectores para ponta, etc.)

A distribuição da calda na barra, que normalmente era feita com mangueiras, atualmente, nas máquinas mais modernas, está sendo feita com tubos em aço ou polímeros, pois garantem uma melhor uniformidade de pressão entre as pontas.

Também, conectores com sistema de diafragma anti-gotejo e engate rápido tipo baioneta têm sido utilizados, permitindo menor desperdício de produto, em manobras e paradas, e de tempo, na manutenção de limpeza ou troca de pontas. Sistemas que contenham mais de uma ponta têm sido utilizados em equipamentos maiores com a finalidade de facilitar a troca das mesmas.

As Pontas de Pulverização

O desenvolvimento das pontas de pulverização, até duas décadas passadas, baseava-se na análise de sua vazão e distribuição, pouco sendo desenvolvido para análise do tamanho da gota, devido à morosidade dos métodos para avaliação desse fator. Com o aperfeiçoamento de sistemas computadorizados associados a sistemas a laser, pode-se avaliar com boa precisão e rapidez o espectro de gotas produzido pelas novas pontas de pulverização.

Empresas especializadas nessa área têm lançado diversos modelos novos que, nas mesmas pressões, podem produzir padrões de gotas diferentes (diferentes DMV) e até perfis mais uniformes (amplitude relativa das gotas), mesmo nas pontas hidráulicas. Isso permite escolher gotas menores, se necessário para maior cobertura do alvo ou gotas maiores, se necessário para maior controle da deriva, sem alterar o volume de aplicação.

O uso de pontas leques, de distribuição elíptica, tem garantido uma melhor distribuição ao longo da barra, devido a suas características individuais de deposição que facilitam a sobreposição com os jatos da ponta ao lado. O aumento do ângulo de pulverização das pontas leques (80° para 110°) e perfis de deposição mais modernos (ex.: pontas Turbo-Floodej - TF e Turbo-Teejet - TT), onde a distribuição apresenta uma concentração menor no meio do jato, têm garantido melhor correção dos efeitos da variação vertical das barras.

As pontas cônicas, apesar de sofrerem mais os efeitos da variação vertical das barras apresentam-se menos sensíveis, aos movimentos horizontais das barras.

Testes dinâmicos dos equipamentos são pouco realizados em nosso meio, porém esses testes deverão ser doravante mais observados pelos fabricantes e usuários técnicos, constituindo-se um desafio ao uso da tecnologia.

Como citado anteriormente, a redução do volume de calda pode tornar o trabalho de aplicação de agrotóxicos mais rápido (aumento da CCO). Porém, é importante alertar que se a redução do volume de calda for drástica e exigir uma redução do diâmetro das gotas, em áreas de climas mais secos e quentes, poderemos ter em alguns casos, grandes perdas por evaporação e deriva, podendo inviabilizar grande tempo da jornada de trabalho ou comprometer a qualidade da pulverização. Mais uma vez é bom lembrar que a redução de volume de aplicação, deve ser um objetivo a ser sempre procurado, mas a sua implantação deve obedecer a critérios técnicos.

A escolha correta do tamanho das gotas necessárias, respeitando os requisitos biológicos da cultura e da praga, do produto e clima, e assim a escolha correta do modelo das pontas e tamanho das mesmas, respeitando suas faixas de pressão de trabalho bem como sua perfeita instalação no equipamento, são de fundamental importância, devendo esses dados serem tomados junto ao fabricante das pontas.

Junto a produtores esse problema continua sendo um fator de desperdício de produtos e resultados ruins de aplicações realizadas com bons produtos e doses corretas.

Vale lembrar que, em se tratando de aplicações de herbicidas, devemos procurar trabalhar com pressões menores (atendendo propostas da FAO e padrões propostos nas normas ISO sobre o assunto), procurando sempre a maior gota possível para a aplicação, garantindo menor deriva e menor contaminação ambiental.

Sistema de Abastecimento

Os sistemas de abastecimento são de fundamental importância garantindo grande influência no ganho de CCO e segurança do aplicador.

Sistemas que abastecem o tanque com água com maior rapidez deixam o pulverizador disponível por mais tempo ao trabalho de pulverização.

A esses sistemas podem ser associados equipamentos de pré mistura dos produtos a serem utilizados, facilitando o trabalho de colocação dos mesmos no tanque e a limpeza das embalagens, diminuindo o tempo gasto nesta operação (complemento do tempo de abastecimento) e proporcionando uma menor exposição do operador ao produto.

Sempre que possível esses sistemas deveriam ser adicionados às máquinas, pois justificam plenamente seu custo.

Indicadores de Nível

Esse equipamento, apesar de muito simples, é muito importante principalmente em equipes de aplicadores que trabalham com calda pronta. Um bom sistema de nível indica o momento exato de se reabastecer o equipamento, não deixando que a calda termine no meio do talhão ou que se faça reabastecimento antes do nível crítico, perdendo assim um tempo desnecessário.

Os sistemas atualmente utilizados, o de mangueiras claras pelo lado de fora do tanque e o de marcações de tanque, em tanques não translúcidos (quase todos) pouco têm contribuído para a solução do problema. Novos métodos deveriam ser desenvolvidos e utilizados nos equipamentos (sistema de varetas máximo/mínimo e outros)

Reservatório de Água para Limpeza

Esse acessório tem por função principal a segurança do operador que passa a ter água limpa disponível, caso haja algum acidente, como produto respingado no olho ou mesmo na mão, facilitando sua limpeza imediata. Também pode ser utilizado na operação de limpeza das pontas de pulverização que, ocasionalmente entupiram, durante a aplicação.

Apesar também de muito simples, o reservatório para limpeza, atende a necessidade básica de segurança do operador, que é a higiene. Lembramos que não adiantaria usar luvas se a mão não for devidamente lavada com água e sabão, antes de calçar as luvas.

Conclusão

No Brasil, pulverizadores idênticos trabalham nas mais diversas culturas (batata e cana-de-açúcar), com diferentes produtos (herbicidas sistêmicos e fungicidas de contato), em diferentes regiões (com diferentes condições climáticas RS e TO) sem considerar qualquer alteração no seu uso.

Não pretendemos aqui, em poucas palavras, definir qual é a máquina ideal para as diversas situações, mas sim, quais os fatores TÉCNICOS IMPORTANTES a serem considerados na definição de como caracterizar o equipamento ideal.

É necessário que atendamos os princípios básicos da pulverização, pois sistemas computadorizados de controle de vazão já estão em uso comum no Brasil e os sistemas associados ao GPS já estão disponíveis para equipamentos tratorizados. Não podemos passar da era da pedra lascada para os sistemas computadorizados num piscar de olhos, sem corrigir os princípios básicos da máquina e ampliar o conhecimento tecnológico.

Fizto muita LPO e Floculante P.M =
OCC 90 20/ de Aêto.