

632 PL
MARIO CÉSAR ALMEIDA ABRANTE

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE
REGULAGEM DE UM PULVERIZADOR
TRATORIZADO

631.3 Orientador: Neyton de Oliveira Miranda

Monografia apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Mossoró para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

MOSSORÓ

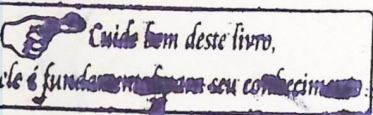
R.G. DO NORTE

MARÇO DE 1994

PL

MARIO CÉSAR ALMEIDA ABRANTE

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE
REGULAGEM DE UM PULVERIZADOR
TRATORIZADO



Orientador: Neyton de Oliveira Miranda

Monografia apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Mossoró para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

MOSSORÓ

R.G. DO NORTE

MARÇO DE 1994

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE MOSSORÓ
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

UNIVERSIDADE CENTRO DE MOSSORÓ	
Patrimônio	203007645
Registro Nº	32.768
Data:	29/09/95
Chamada Nº	633.3

BIBLIOTECA ORLANDO TEIXEIRA Escola Sup. de Agricultura de Mossoró - RN	
32.768	23/06/94

Ficha catalográfica preparada pela área de catalogação e classificação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da ESAM.

Abrante, Mário César Almeida

A158c Comparação de métodos de regulação de um pulverizador tratorizado / Mário César Almeida Abrante. ____ Mossoró: ESAM, 1994.

50p.

1. Mecanização agrícola. 2. Pulverizados tratorizados. 3. Pulverizador - regulação.

CDD. 631.3

MARIO CÉSAR ALMEIDA ABRANTE

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE
REGULAGEM DE UM PULVERIZADOR
TRATORIZADO

Orientador: Neyton de Oliveira Miranda

Monografia apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Mossoró para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM : 08 / 03 / 94

Porto Filho

Fco. de Queiroz Porto Filho

Prof. - ESAM

Membro

Almeida

Antonio Hélio B. de Almeida

Eng. Agr. - Faz. São João

Membro

Neyton Miranda

Neyton de Oliveira Miranda

Prof. - ESAM

Orientador

A

Meus avós paternos
e maternos

"In memoriam"

Aos

Meus pais e irmã que compartilharam
comigo os meus ideais e estiveram
ao meu lado durante toda a jornada,
o meu carinho de dividir os méritos
desta conquista.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Neyton de Oliveira Miranda pela dedicação com que orientou este trabalho.

Ao Professor Dr. Francisco Bezerra Neto, pelo auxílio e orientação nas análises estatísticas.

A Fazenda São João, por ter cedido o equipamento necessário à realização dos trabalhos de campo, e aos funcionários, Engenheiros Agrônomos Antonio Hélio Bezerra de Almeida e Jorge Moreira Maia Neto, e ao Técnico Agrícola Robson Coringa, pela colaboração.

A todos os professores e funcionários da ESAM, que contribuíram para minha formação profissional. Aos amigos e colegas: Lucileudo Gomes, Lucilano Gomes, Antonio Genaldo, Carlos Sérgio e Orion Maurício, pela colaboração prestada na coleta de dados.

A minha irmã Mary Sônia pela ajuda prestada na organização deste trabalho.

A todos os colegas da Vila Acadêmica que souberam manter um laço de amizade e respeito, em todos momentos que juntos passamos, os meus sinceros agradecimentos e a mais profunda admiração e respeito.

DADOS BIOGRAFICOS DO AUTOR

MARIO CÉSAR ALMEIDA ABRANTE, filho de Cornélio Abílio Abrantes e Francisca Almeida Abrante, nasceu em Senador Pompeu-CE em 01 de novembro de 1967.

Concluiu o 1º grau na Escola de 1º grau de Senador Pompeu e o 2º grau na Escola Agrotécnica Federal do Crato-CE.

Fez o Curso de Mecanização Agrícola na Escola Superior de Agricultura de Mossoró, oferecido pelo PROINE no período de novembro a dezembro de 1987.

Concluiu o Curso de Engenharia Agrônômica em março de 1994.

SUMARIO

	Página
EXTRATO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aplicação dos defensivos	3
2.1.1. Fatores que afetam a aplicação dos defen- sivos agrícolas	4
2.2. Tipos de veículos utilizados na aplicação de defensivos	6
2.2.1. Aplicação utilizando veículos sólidos	6
2.2.2. Aplicação por via líquida	7
2.3. Pulverizadores	9
2.3.1. Partes dos pulverizadores	11
2.4. Calibração de pulverizadores	16
2.4.1. Parâmetros básicos	17
2.4.2. Fórmulas utilizadas	19
2.4.3. Calibração do pulverizador tratorizado ...	20
2.4.4. Pré-calibração	23
2.4.5. Métodos de calibração	24

3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Localização do experimento	29
3.2. Descrição do trator e implemento	29
3.3. Delineamento experimental utilizado	30
3.4. Determinações realizadas	30
3.5. Variáveis calculadas	31
3.6. Análise estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	39
6. RECOMENDAÇÕES	40
7. RESUMO	44
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
APENDICE	49

EXTRATO

ABRANTE, Mário César Almeida. Comparação de métodos de regulagem de um pulverizador tratorizado. Professor Orientador: Neyton de Oliveira Miranda. Conselheiros: Francisco de Queiroz Porto Filho e Antonio Hélio Bezerra de Almeida.

A aplicação de defensivos agrícolas visa o controle econômico de pragas, doenças e ervas daninhas, através da distribuição da exata quantidade de defensivos, veiculado em gotas possibilitando uma distribuição uniforme no local requerido. Foram comparados métodos da proveta graduada, do saco plástico graduado e do vaso calibrador para regulagem de um pulverizador de barras tratorizado, em diferentes marchas do trator e diferentes pressões, para identificar o método mais preciso. O método da proveta graduada apresentou maior volume de aplicação por hectare, a menor quantidade de defensivo por tanque e o menor custo de defensivo por tanque. O aumento da velocidade de deslocamento do trator ocasionou o menor volume de aplicação por hectare, maior quantidade de defensivo por tanque e maior custo de defensivo por tanque. O aumento da pressão do pulverizador

aumentou o volume aplicado por hectare e diminuiu a quantidade de defensivo por tanque e o custo de defensivo por tanque, com diferença estatística entre velocidades e pressões.

1 - INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento de novos métodos culturais e o incremento das áreas cultivadas, a quantidade de defensivos agrícolas utilizados no controle de pragas e doenças das plantas cultivadas aumentou consideravelmente (BALASTREIRE, 1987). O constante aumento nos custos dos defensivos e dos combustíveis, e a contaminação das áreas, levou ao desenvolvimento de tecnologias mais seguras para aplicação de defensivos agrícolas, bem como o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e de maior proteção ao operador (PINHEIRO NETO et al., 1993). Apesar da importância que os defensivos agrícolas apresentam na melhoria da qualidade e no aumento da produção, há restrições quanto ao manuseio de defensivos, tecnologia de aplicação e quanto ao uso adequado das máquinas utilizadas, na aplicação de defensivos.

O Combate de pragas nas culturas tem grande importância, porque as perdas qualitativas e quantitativas da produção se elevam, podendo chegar a perda total da colheita. Sem medidas apropriadas para o controle das pragas, o risco seria muito grande (BERLIJN, 1982).

O objetivo da aplicação de defensivos agrícolas é o controle econômico de pragas, doenças e ervas daninhas, através de exatas quantidades de defensivo, veiculado em gotas distribuídas uniformemente sobre o local requerido com a mínima contaminação de outras áreas. Para que isso aconteça, torna-se necessário que os administradores agrícolas, engenheiros e técnicos, conheçam os parâmetros da pulverização, os bicos adequados para cada aplicação e os métodos de calibração de pulverizadores (JACTO, 1992).

Atualmente a aplicação de defensivos agrícolas é caracterizada pelo desperdício tanto de produto quanto de combustível. Para obter êxito no controle químico em uma cultura é preciso saber o que aplicar, quando aplicar e estabelecer a tecnologia de aplicação a ser utilizada mediante uso de equipamentos corretos (Santos citado por ALVES SOBRINHO & GONÇALVES, 1990).

O objetivo deste trabalho foi comparar métodos de regulagem de um pulverizador tratorizado a diferentes velocidades e pressões, para identificar o método mais preciso de regulagem.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aplicação dos defensivos agrícolas

Os produtos modernos empregados contra as pragas do campo possuem tal toxicidade, que basta pequenas quantidades para se obter eficácia. Como são aplicados em grandes áreas, e em quantidades muito pequenas por unidade de superfície, a distribuição uniforme destes produtos requer o emprego de aparelhos apropriados. A dispersão e a aplicação devem realizar-se de tal maneira, que se obtenha o efeito máximo com a menor quantidade possível do produto. Raramente se emprega os princípios ativos em forma pura. Em geral eles são transportados por materiais inertes. Devido às características químicas, físicas e tóxicas dos produtos, o êxito das aplicações depende decisivamente do tipo do procedimento empregado. Como se pode usar o mesmo produto de diversas maneiras, na prática deve-se escolher a mais econômica (HOSCH, 1966), levando em conta não só o seu preço, mas também o custo da mão-de-obra e do equipamento (KIMATE, 1978).

Os defensivos agrícolas, aplicados com

pulverizadores, atomizadores, nebulizadores e polvilhadoras, incluem herbicidas, inseticidas, fungicidas, hormônios, desfolhantes e nutrientes, que são muito concentrados e se aplicam em pequenas quantidades por unidade de superfície, misturados com água, ar ou pó.

O tamanho das gotas e partículas influi na penetração, retenção e permanência do produto sobre as plantas, na uniformidade de distribuição, cobertura das plantas, na efetividade do material e na deriva.

Um certo volume de material ativo dissolvido em água pode ser distribuído em um grande número de gotas finas, ou num menor número de gotas grossas. Deve-se ter em conta que o cobertura das folhas, e por conseguinte a eficiência do produto ativo, depende em grande parte do tamanho das gotas (BERLIJN, 1982). Uma das maneiras de melhorar a cobertura e aderência é diminuir o diâmetro das gotículas (pulverização a baixo volume), o que produz um aumento na superfície coberta e na força de adesão (KIMATE, 1978).

2.1.1. Fatores que afetam a aplicação dos defensivos agrícolas

Diversos fatores afetam a aplicação dos defensivos agrícolas. Os fatores climáticos são: a chuva que pode lavar os produtos recém aplicados, as altas temperaturas e umidade que favorecem o desenvolvimento de pragas e moléstias, e os ventos que causam o arrastamento das

partículas para longe do alvo (a deriva). As recomendações encontradas em BALASTREIRE e DERPSCHE (1991), são de aplicar nas horas de maior calma ambiental e de menor temperatura, ou seja, nas primeiras horas da manhã ou final do dia.

A influência do solo se dá pela restrição ao trabalho de máquinas ou animais por obstáculos ou topografia acidentada, pela extensão da área que pode levar ao emprego de aeronaves, ou pela textura do solo que pode influir na dosagem de certos produtos.

Como o hospedeiro é o elemento atacado pela doença ou praga, sua seleção e melhoramento possibilitam aumentar sua resistência. Conforme suas características se escolherá a tecnologia mais adequada de aplicação dos defensivos.

O patógeno, seja ele praga (inseto, nematóide, ácaro), ou causador de doenças (bactéria, vírus, fungo), têm características de tamanho e mobilidade que influem na dosagem do defensivo, quantidade de calda e equipamento.

O princípio ativo, que deverá controlar o patógeno, pode ser aplicado na forma pura ou, para se obter uma distribuição uniforme, é diluído em material inerte (o veículo). Este pode ser líquido (água, óleo, etc.) ou sólido (talco, gesso, argila, etc.). Em geral deve-se procurar usar a menor quantidade possível de veículo, devido aos custos de transporte, diluição, aplicação, etc.

A influência da máquina é medida pelo controle de

patógeno, e dependerá da regulagem, manutenção e características operacionais.

2.2. Tipos de veículos utilizados na aplicação de defensivos

2.2.1. Aplicação utilizando veículos sólidos

No polvilhamento os defensivos são aplicados em forma de pó seco através de aparelhos denominados polvilhadeiras. Máquinas bastante simples, foram as primeiras empregadas na agricultura. Uma bomba fornece uma corrente de ar que leva o pó para o ambiente por um canhão direcional ou tubo. A mistura do princípio ativo com talco, argila ou gesso é liberada na corrente de ar. Como o pó e o princípio ativo tem densidades diferentes há tendência de haver separação entre os dois, o mais denso caindo mais próximo (BALASTREIRE, 1988). O produto geralmente vem preparado para ser distribuído diretamente na lavoura, sem necessidade do cálculo de diluição (GALLO, 1988). Quanto menor a partícula, maior possibilidade de ser levada pelas correntes aéreas (KIMATE, 1978). Segundo BALASTREIRE (1987), a principal vantagem seria utilizar partículas ao redor de 10 micra que podem cobrir melhor folhagens densas, de difícil penetração por outros métodos. Hoje em dia então sendo abandonadas devido aos problemas da aplicação de pós.

Aplicação de granulados é feita por aparelhos denominados granuladeiras que funcionam por gravidade. Alguns inseticidas granulados são aplicados sem as granuladeiras,

tais como os formicidas granulados (KIMATE, 1978). Como são partículas em que veículo e princípio ativo estão agregados não há separação entre os componentes da mistura e não estão sujeitas à deriva. São usados para atingir patógenos inacessíveis por outros métodos (BALASTREIRE, 1987).

2.2.2. Aplicação por via líquida

A maior parte dos defensivos são aplicados utilizando-se líquidos como veículo, seja pulverizando ou atomizando a mistura do princípio ativo, dissolvendo-o, suspendendo-o ou emulsionando-o. A calda é dividida em gotas finas, sendo que os aplicadores de líquidos recebem denominações diversas dependendo do tamanho das gotas produzidas. Segundo HOSCH (1966) a evolução de dirige aos sistemas mais econômicos, de maior rendimento horário, com menores quantidades de material inerte, seja a pulverização, com menor gasto de calda, seja a atomização, que economiza mais água.

A pulverização destina-se à aplicação dos defensivos tanto em suspensão como em emulsão ou solução. O diâmetro das partículas é variável passando das 150 micra, porém nunca menor que 100 micra (GALLO, 1988). O líquido é subdividido em gotas por pressão hidráulica, quando é introduzido sob pressão em um orifício contido na ponta de uma tubulação hidráulica. O processo de formação de gotas difere ao se considerar o tipo de orifício (BALASTREIRE,

1987). As partículas dos defensivos são veiculadas nas gotas que adquirem movimento para vencer as forças repulsivas. Depois da deposição o líquido evapora-se e as partículas aderem melhor à superfície vegetal do que os pós. Entretanto, a distribuição por toda a planta é limitada à localização das gotículas do veículo líquido e à sua trajetória. Nas aplicações a baixo volume, o diâmetro das gotículas se reduz a 50 - 200 micra e o volume do veículo (água ou óleo) a 10 - 150 litros/hectare, o escoamento é diminuído e a distribuição das partículas é melhor (KIMATE, 1978).

Na atomização a subdivisão se dá pelo impacto do líquido a baixa pressão, com uma corrente de ar de alta velocidade produzida por um ventilador. A gota se divide em diversas gotas menores, entre 50 e 150 micra. Essa divisão é feita nos atomizadores, e o transporte das gotas até o local de sua deposição é feito por forte corrente de ar produzida pelo ventilador (HOSCH, 1966; BALASTREIRE, 1987; GALLO, 1988). Sendo o fluxo de ar constante pode-se reduzir o tamanho de gotas diminuindo-se o gasto de líquidos ou aumentando-se a velocidade da corrente do ar. Os atomizadores tratorizados podem ser montados ou de arrasto. A bomba e o ventilador são acionados pela tomada de potência do trator. As partículas produzidas atingem uma superfície foliar maior do que a conseguida por outros aparelhos, e atingem melhor a face inferior das folhas. Além disso seu rendimento operacional é alto devido ao menor gasto de calda, menor

necessidade de paradas para recarga e maior alcance do jato.

A nebulização é obtida através de nebulizadores que produzem suspensões coloidais (aerosóis) entre 0,1 e 50 micra. Devido ao seu diminuto tamanho, flutuam com grande facilidade, sendo arrastados pelas correntes de convecção do ar, próximo ao solo. O defensivo é dissolvido em óleo e a subdivisão ocorre pela evaporação do líquido, através da superfície aquecida ou ar aquecido. é mais usado em galpões, estufas, silos, etc. (BALASTREIRE, 1987; GALLO, 1988).

2.3. Pulverizadores

São máquinas nas quais o líquido é bombeado sob pressão para o bico e explode ao ser lançado ao ar, por decompressão. Constan de: tanque ou depósito, bomba, câmara de ar, tubulações, bicos e registro, e contém reguladores de pressão ou não (GALLO, 1988). Os pulverizadores atuais podem ser manuais, tratorizados ou aéreos (BALASTREIRE, 1987).

Os pulverizadores costais são úteis quando os equipamentos de rodas não são adequados devido à classe do solo, como terrenos pantanosos ou acidentados, ou também quando é mais econômico seu emprego em tratamentos em áreas reduzidas e localizadas. Geralmente se emprega para isto os pulverizadores costais de alavanca, com bomba interna ou externa, cuja forma se adapta bem ao corpo do operador, que bombeia constantemente durante a pulverização. Uma lança de mão com um ou dois bicos serve para o tratamento de culturas

baixas ou de pequenas plantações de pequena altura (HOSCH, 1966).

Os pulverizadores tratorizados são os equipamentos terrestres mais utilizados para tratar grandes áreas. Dependendo da potência do trator, a largura de trabalho pode ser de 8 a 12 m, podendo chegar a 24 m quando de arrasto. Normalmente são usadas bombas de pistão e um número variável de bicos (VELOSO et al., 1984). A bomba é acionada pela tomada de potência do trator e a quantidade de líquido bombeado deve adaptar-se à largura do trabalho e à velocidade do trator. O tamanho do depósito de calda varia de 300 ou 600 litros até 2.000 litros, segundo o tipo do trator. Os grandes devem ser de arrasto. A capacidade do tanque está relacionado com o tipo de aplicação e com o volume de líquido aplicado, para uma maior autonomia de trabalho (BALASTREIRE, 1987). As barras de pulverização são colocadas na parte traseira para não prejudicar ao operador. Os diversos volumes de calda por hectare são obtidos modificando a velocidade do trator ou a pressão da bomba. A variação de pressão, faz variar o volume e também o tamanho das gotas (HOSCH, 1966; BERLIJN, 1982). Estas máquinas podem ser usadas também para trabalhos horticolas, trocando-se as barras por lanças, ou usando um ventilador de ar para nebulização do líquido (BERLIJN, 1982). As vantagens da pulverização são sua adaptação a grande variedade de plantas; a maior adesividade do defensivo na planta; a menor influencia do vento; e os

menores custos de aquisição e operação. Suas desvantagens são não obter boa finura de gotas; rendimento menor por paradas frequentes para recarga; o maior consumo de calda por hectare; a má penetração na massa vegetal, não atingindo a parte inferior das folhas; e o maior perigo de intoxicação (CAÑAVATE, 1980; BALASTREIRE, 1987; GALLO, 1988).

2.3.1. Partes dos pulverizadores

Constam de um chassi suportando a bomba, depósito, barra de pulverização com bicos e outros acessórios.

As bombas são elementos responsáveis pela pressão do líquido. Podem ser de pistão, roletes, engrenagens, diafragmas ou centrífugas. A produção de gotas pelos bicos, sua quantidade e tamanho depende da pressão. O rendimento das bombas tem que adaptar-se ao gasto de líquido e pressão de funcionamento, e às variáveis derivadas das diversas formas de combate as pragas. A vazão da bomba deve ser maior que a quantidade necessária aos bicos, retornando ao depósito a quantidade bombeada em excesso.

Os pulverizadores possuem dispositivos especiais para manter uma quantidade uniforme de líquido por hectare a pressão constante, as válvulas reguladoras de pressão que devem ter uma saída para a montagem do manômetro que indica a pressão de trabalho (BALASTREIRE, 1987). A câmara de ar localizada antes da válvula reguladora de pressão, mediante a

compressão de uma massa de ar compensa as sucessivas pulsações do pistão de modo que não resultem oscilações da pressão nas mangueiras de pulverização (HOSCH, 1966). Essas pulsações afetam a leitura dos manômetros e podem romper as mangueiras (BALASTREIRE, 1987).

Os bicos de pulverização são responsáveis pela subdivisão em gotas do líquido. Atualmente existem diversos fabricantes que dão opções de diversos formatos dependendo da aplicação pretendida. Distribuem o líquido em gotas individuais de diâmetro que pode variar entre 50 a 500 micras. Os bicos são constituídos pelo corpo, filtro, ponta e capa (BALASTREIRE, 1987). O bico efetua esta distribuição através da pressão do líquido fornecido pela bomba. As aplicações diferem na quantidade de líquido por hectare e no tamanho das gotas. A vazão depende do tamanho do orifício e da pressão, e o tamanho das gotas depende principalmente da pressão. Ao aumentar a pressão se adquire uma maior vazão, ao mesmo tempo se diminui o tamanho das gotas. Para aplicar uma grande quantidade de líquido em gotas grossas, se necessita de bicos com orifícios relativamente grandes e trabalhar com uma pressão relativamente baixa. Ao contrário para aplicar uma quantidade relativamente pequena em gotas finas, se deve usar bicos com orifícios pequenos, e trabalhar com uma pressão relativamente alta (BERLIJN, 1982). Segundo GALLO (1988), a simples troca de bicos transforma a pulverização de baixo para alto volume. A quantidade de defensivo é a mesma,

o que varia é a quantidade de água consumida.

A subdivisão da calda em gotas tem lugar a baixa pressão nos bicos, que diferem na forma do seu jato e no ângulo de pulverização. De acordo com a ponta utilizada o jato produzido pode ser em forma de cone ou leque. O cone é cheio ou vazio. Os bicos de jato cônico se constituem do corpo, filtro e um anel de turbilhonamento (difusor ou helicóide). O líquido ao passar pelo anel de turbilhonamento a grande velocidade adquire um movimento rotativo e o jato resulta num cone vazio. Se o anel de turbilhonamento possui um pequeno orifício no seu centro, se forma um cone cheio, onde a base do mesmo também é coberta pelas gotas. São usados quando se quer um maior volume por unidade de área. Graças ao turbilhonamento as gotas conseguem contornar obstáculos e atingir alvos em planos mais afastados, sendo indicados para aplicação de inseticidas, fungicidas, adubos foliares e acaricidas em folhagens. Os bicos do tipo cônico, como regra geral são usados para aplicação a alto volume e baixas pressões (3 a 15 atm) (BERLIJN, 1982; BALASTREIRE, 1987).

As pontas de bicos cônicos da série D são indicadas para aplicar pós em suspensão, são formados pelo disco que contém o orifício e o anel de turbilhonamento, ambos identificados por números gravados. A designação pode ser D1, D2, D3, etc., para o disco com orifício de 0,397 mm, 0,794 mm e 1,191 mm, respectivamente; e anéis 13, 23, 25, 45 e 46, por exemplo, que produzem jatos de cone cheio. Anéis

com numeração alta produzem gotas grandes, e quanto menor a numeração menores as gotas. A pressão de trabalho para a série D é ao redor de $10,6 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ (150 lbf.pol^{-2}) e o ângulo do jato ao redor de 70° .

Os bicos cônicos da série TX e TLX são de cone vazio e possuem o disco e o helicóide em uma só peça. O código apresenta a letra X seguida do número representando a vazão em galões por hora a $2,82 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ (40 lbf.pol^{-2}) como X2, X3, até X26. O ângulo está ao redor de 80° a $7,05 \text{ Kgf.cm}^{-2}$. As pressões recomendadas estão entre $2,82$ e $5,64 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ (40 a 80 lbf.pol^{-2}). São recomendadas para soluções ou emulsões. Possuem vazão menor que os da série D. Existem também os bicos da série G que possuem jato cônico vazio, identificados por número seguido da letra G. Além dos bicos fabricados pela JACTO, como por exemplo o JA-2.

Bicos de jato plano ou em leque dão um perfil de distribuição plano, perpendicular ao avanço da máquina, usados para baixo volume (BERLIJN, 1982). As pontas para produção de jato em leque plano possuem orifício de formato elíptico ou retangular. Esses bicos são recomendados quando se quer uma cobertura uniforme de superfície plana, principalmente herbicidas, onde o alvo é a superfície do solo (BALASTREIRE, 1987). A sua designação é feita através de dois conjuntos de algarismos, o primeiro se refere ao ângulo do leque formado à $2,8 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ de pressão. Os ângulos mais comuns são 65° , 80° e 110° . O segundo se refere a vazão da

ponta a $2,8 \text{ Kgf.cm}^{-2}$, em galões por minuto. A pressão máxima de trabalho recomendada é de $4,2 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ (60 lbf.pol^{-2}). As pontas APG são de cerâmica, designadas pelo ângulo do leque seguido de uma letra que designa a cor do bico em francês. Cada cor, segundo tabela do fabricante, possui uma vazão dada a $3,2 \text{ Kgf.cm}^{-2}$.

Nos bicos de impacto o líquido atravessa um orifício formando uma lâmina que se choca com uma superfície inclinada formando um leque, que fica contido num plano perpendicular ou inclinado em relação ao eixo da ponta, devendo as pontas serem montadas na horizontal. Em geral produzem gotas grandes, menos sujeitas à deriva. São indicadas para aplicação em jato dirigido nas entrelinhas das culturas.

Os filtros dos bicos são importantes na pulverização por evitar o seu entupimento. São designados pelo tamanho da malha da peneira que os constitui. O tamanho da malha ou das ranhuras deve ser inferior ao orifício da ponta.

Os bicos sofrem desgaste, principalmente quando trabalham com pós molháveis que tem por característica a abrasividade. Os bicos de jato em leque, dado o tipo de liga metálica (à base de bronze) se desgastam muito mais rapidamente do que as de forma de cone (ligas de níquel-cromo). As primeiras devem ser substituídas a cada 200/400 horas de trabalho, uma das razões porque um equipamento de

pulverização de herbicida deve ser calibrado constantemente.

Nas pulverizações a baixo volume, isto é, com a substituição do bico para os tipos X2 ou X3 ou ainda 2G ou 3G, com a mesma pressão e velocidade, consegue-se uma economia de água de ordem de 5 a 6 vezes. A quantidade de defensivo será a mesma, porém haverá maior concentração do mesmo dentro do pulverizador. Recomenda-se que nas substituições dos bicos de alto para baixo volume, sejam testados as quantidades de água necessárias para cada cultura ou estágio da mesma cultura. Os bicos do tipo D, por sua vez são recomendados para pulverizações de suspensões e nesse caso a economia de água é de 2 a 3 vezes apenas menos que a pulverização normal, porque o orifício de vazão do bico é maior devido ao maior tamanho das partículas (GALLO, 1988).

2.4. Calibração de pulverizadores

O controle de pragas e plantas daninhas através do uso de produtos químicos é fundamental. Porém, para que sejam eficientes e dêem bons resultados é preciso aplicá-los de forma adequada e com o equipamento mais indicado, equipado com os elementos de aspersão regulados e uniformemente calibrados para garantir o sucesso da aplicação (CRISTOFOLETTI, 1985).

O bom resultado de um tratamento depende muito do uso correto da dosagem recomendada: subdosagens além de não controlar a contento as pragas ou plantas daninhas, podem

levar à resistência do patógeno a um determinado produto, e doses superestimadas podem provocar fitotoxicidade na planta e perda do produto. Além disto a distribuição uniforme do produto sobre toda a superfície da planta, e a determinação correta do volume de calda e princípio ativo aplicado por unidade de área são de extrema importância para o sucesso da pulverização. Por isto o pessoal envolvido deve conhecer o equipamento e sua regulagem e saber calcular a vazão da barra e a quantidade de produto a ser misturado no tanque. Além disto a calibração visa preparar o equipamento para a operação e diagnosticar o desgaste das pontas (SPRAYING SYSTEMS, 1990), e é feita regulando a pressão, que também influi na regulagem da vazão, junto com o tamanho do orifício dos bicos e a velocidade de avanço (HARRIS, MUKLE & SHAW, 1977; CANAVATE, 1980).

2.4.1. Parâmetros básicos

O volume de pulverização é a quantidade de mistura (água + produto) distribuída por unidade de área e expressa normalmente em litros por hectare ($l.ha^{-1}$). As denominações dos volumes de pulverização utilizados no Brasil são, segundo JACTO (1992):

- * Ultra-ultra baixo volume - (UUBV) - Menos que $0,5 l.ha^{-1}$;
- * Ultra baixo volume - (UBV) - $0,5$ a $5,0 l.ha^{-1}$;
- * Baixo volume - (BV) - $5,0$ a $50,0 l.ha^{-1}$;
- * Médio volume - (MV) - $50,0$ a $150,0 l.ha^{-1}$;

* Alto volume - (AV) - Mais que $150,0 \text{ l.ha}^{-1}$.

A vazão da barra é a quantidade de produto mais água que será pulverizado por unidade de tempo, e está em função do número de bicos instalados, do tipo de bico e da pressão de trabalho, de maneira diretamente proporcional a estes elementos.

A área tratada por unidade de tempo está relacionada com a velocidade de deslocamento do trator, e da largura da faixa de aplicação. A velocidade é obtida pelas combinações de rotação do motor (rpm), marcha e diâmetro dos pneus, e pode variar entre 5 e 8 Km.h^{-1} . A largura da faixa dependerá do número de bicos e da distância entre eles.

A dosagem do produto comercial (l.ha^{-1}) é função do tipo de planta, do seu estágio de desenvolvimento, do patógeno e tipo de solo (CRISTOFOLLETTI, 1985).

O tamanho das gotas é característica essencial da pulverização, atuando direta ou indiretamente na eficiência do trabalho. Determina a possibilidade de controlar o volume de líquido gasto em uma aplicação e a seleção do equipamento que produza um certo tamanho de gotas para uma aplicação específica (BALASTREIRE, 1987). A tendência atual é de diminuição no diâmetro das gotas, o que permite aumentar consideravelmente seu número com um mesmo volume de líquido, ou diminuir este para obter um mesmo grau de eficácia. A escolha do tamanho das gotas é influenciada pela necessidade

de gotas pequenas para melhorar a cobertura da superfície, pela dificuldade que gotas pequenas tem de depositar na superfície a ser tratada e pelo risco de deriva. Se admite em geral que a superfície de vegetal recoberta pelo produto deve ser a maior possível, utilizando o mínimo volume possível por hectare, mas levando-se em conta a natureza do tratamento.

Para inseticidas a superfície recoberta poderá ser menor, já que devido ao seu deslocamento os insetos sempre vão entrar em contato com o produto ativo. Além da emissão de vapores tóxicos e o transporte de alguns inseticidas através da seiva do vegetal.

Os fungicidas exigem maior superfície de recobrimento pelo produto. A adequada divisão das gotas influi muito sobre a eficiência da operação.

Nos herbicidas hormonais, a superfície recoberta pode ser bastante reduzida, pois o efeito se produz geralmente através da absorção pela planta, entretanto a superfície das ervas daninhas deve ser bastante ampla para que absorvam suficiente quantidade do produto ativo. Já os produtos de contato devem ter um recobrimento bem maior (CANDELON, 1971).

2.4.2. Fórmulas utilizadas

$$Q = (600 \times q) / V \times f$$

Onde:

Q = Volume de pulverização, em $l \cdot ha^{-1}$;

q = Vazão por bico ou total, em $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$;

V = Velocidade de trabalho, em $\text{Km} \cdot \text{h}^{-1}$;

600 = Fator de conversão de unidades.

$$q = (Q \times V \times f) / 600$$

Onde:

f = Espaçamento entre bicos, em m.

$$Pr = (CT / Q) \times D$$

Onde:

Pr = Quantidade de produto químico por tanque, em $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$;

CT = Capacidade de pulverização, em l;

Q = Volume de pulverização, em $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$;

D = Dosagem do defensivo, em $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ou $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

2.4.3. Calibração do pulverizador tratorizado

No equipamento tratorizado, deve-se verificar o bom funcionamento do manômetro do pulverizador e o contágio do trator, elementos importantes para o êxito da pulverização. Deve-se estabelecer a aceleração e a marcha corretas e anotar o tipo de bico, volume de aplicação recomendado para o defensivo, a velocidade média do trator e espaçamento entre bicos (SPRAYING SYSTEMS, 1990).

Durante a calibração e aplicação, a rotação do motor deverá ser mantida constante a rotação indicada para

manutenção de 540 rpm (rotação nominal da tomada de potência do trator), especialmente quando são usados agitadores hidráulicos para a aplicação de emulsões e suspensões, e porque a bomba é projetada para a rotação nominal de 540 rpm, que para a maioria dos tratores fica ao redor de 1.700 rpm (BALASTREIRE, 1987).

a) Velocidade

A velocidade escolhida deve ser mantida constante, isto é, a mesma marcha deve ser mantida sem mudança sobre qualquer hipótese, a não ser após total recalibração. A velocidade mais vantajosa é de 5 a 6 Km.h^{-1} . Deve-se diminuir a velocidade em superfícies acidentadas (DERPSCH, 1991). Segundo JACTO (1992) deve-se trabalhar sempre com a aceleração que corresponda a 540 rpm na tomada de potência do trator, e escolher a marcha mais adequada ao trabalho.

b) Tipo de bico

O tipo de bico escolhido deve ser utilizado em todos os pontos da barra pulverizadora. O investimento em bicos de cerâmica ou aço é compensador. Bicos com desvios superiores a 10% da média devem ser descartados (nos países desenvolvidos, o máximo permitido é de 5% na vazão medida em proveta). A precisão na distribuição medida no aparelho para teste dos bicos deve ser no máximo 15%. O espaçamento entre

bicos e a altura dos bicos acima da superfície a ser pulverizada deve ser aquela recomendada pelo fabricante para cada tipo de bico e respectivo ângulo de abertura.

c) Pressão

A pressão deve ser mantida constante durante a pulverização, sendo fundamental o manômetro. As recomendações do fabricante de defensivos devem ser seguidas. Ela tem grande influência na finura das gotas, na vazão e ângulo do jato. Para alguns tipos de orifícios, a redução da pressão a quarta parte, corresponde a um aumento do tamanho de gotas ao dobro. E dentro de certos limites, a uma elevação da pressão ao quádruplo elevará a vazão ao dobro (HOSCH, 1966). Segundo JACTO (1992) para bicos do tipo cone se usa pressões acima de $5,3 \text{ kgf.cm}^{-2}$ e para os do tipo leque, entre 2,1 e $4,2 \text{ kgf.cm}^{-2}$.

d) Volume aplicado

A quantidade de calda é da máxima importância, além do tamanho das gotas e do sistema de aplicação, e depende muito destes dois fatores. Água excessiva significa um gasto maior de tempo e de trabalho, e uma diminuição do rendimento diário sem que se obtenha melhores resultados. Necessita-se de elevadas quantidades de calda na aplicação de determinadas defensivos contra algumas pragas difíceis de ser atingidas. Porém com os pulverizadores e atomizadores atuais não é possível, mesmo empregando grandes quantidades de

caldo, obter uma recobrição completamente uniforme dos dois lados das folhas. Segundo JACTO (1992), para inseticidas se usa entre 100 e 300 l.ha⁻¹, para fungicidas entre 300 e 500 l.h⁻¹ e para herbicidas entre 200 e 400 l.ha⁻¹.

2.4.4. Pré-calibração (segundo HERTWIG, 1977; DERPSCH, 1991)

Denomina-se pré-calibração, ao conjunto de verificações feitas antes da adoção de qualquer método de calibração, visando uma avaliação correta das condições. E que incluem revisão de filtro de sucção, mangueiras, regulador de pressão, bomba e bicos; verificar se não há resíduo de defensivos no equipamento, principalmente de herbicidas; a instalação na barra dos bicos indicados com os filtros adequados; o acoplamento do pulverizador ao trator e o procedimento dos testes com água limpa; a verificação de mangueiras, conexões e distâncias entre bicos, que normalmente são de 0,50 m entre si e a 0,50 m do solo; é importante não existirem vazamentos, que causam perdas do produto e redundam em má aplicação; a verificação dos registros de fecho rápido que quando fechados não devem permitir nenhum vazamento; a verificação da tensão das correias da bomba; a medição da vazão de todos os bicos para verificar sua uniformidade; os bicos com vazão desigual devem ser substituídos se constatado não ser entupimento nas peneiras ou nas pastilhas; se a vazão não for uniforme deve-se substituir o bico ou bicos defeituosos, sendo aceitável

uma diferença máxima de 10% na vazão dos bicos de maior e o de menor vazão na barra; para o cálculo exato da vazão são necessárias: uma proveta ou um vaso graduado de 1000 ml; vários coletores; uma trena, preferencialmente de 50 m; um cronômetro ou relógio com indicador de segundos; são medidos: a vazão de cada bico e de toda barra pulverizadora (por minuto); conteúdo efetivo do tanque de água; o tempo gasto no percurso de 50 m em condições de campo; a largura da faixa de pulverização.

2.4.5. Métodos de calibração

Existem diversos métodos práticos de calibração, os quais deverão ser feitos no próprio local da aplicação do defensivo para que as condições sejam as mais fiéis possíveis. Os métodos mais comuns são:

A - Método do teste em branco (segundo CRISTOFOLETTI, 1985)

Deve-se fazer uma revisão geral no pulverizador, ajustar a pressão de trabalho conforme o tipo de bico, e a rpm do motor conforme o tipo de trator, para obter 540 rpm na tomada de potência. É estabelecido um volume conhecido de água no tanque com o trator e a bomba numa posição horizontal no terreno. Depois marca-se uma distância linear d de 50 m: quanto maior melhor a precisão da regulação (A largura da faixa tratada é LF). Ajusta-se a rpm e a marcha para se deslocar na distância d com velocidade constante. Coloca-se o trator em marcha antes da marca. Abre-se o registro no marco

inicial e fecha-se quando a barra estiver ultrapassando o marco final. Volta-se para a mesma posição inicial de abastecimento e recoloca-se água no tanque com uma proveta graduada, até completar o volume inicial (V_i), determinando o volume consumido (V_c). O volume aplicado Q ($l.ha^{-1}$) é calculado por regra de três:

$$V_c \text{ ----- } d \times LF \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q = (V_c \times 10.000) / (d \times LF)$$

$$Q \text{ ----- } 10.000$$

Esse volume é usado para o cálculo da quantidade de defensivo a ser misturado por tanque.

B - Método da proveta graduada (segundo CRISTOFOLETTI, 1985)

Deve-se proceder a uma revisão geral do pulverizador; estabelecer a pressão conforme o tipo de bico usado, encher com água limpa o tanque, e marcar no terreno uma distância d , igual ou superior a 50 m (A largura da faixa tratada será LF); ajustar rpm para 540 rpm na TDP, além da pressão e marcha; percorrer a distância d com o pulverizador ligado, e anotar o tempo gasto; com o auxílio de uma proveta graduada e com o trator parado na mesma rpm e pressão de trabalho, coletar o volume pulverizado por um bico durante o mesmo tempo gasto para percorrer d . Coleta-se no maior número de bicos possível e faz-se a média (q). O volume aplicado Q ($l.ha^{-1}$) é calculado por regra de três:

$$q \times NQ \text{ de bicos} \text{ ----- } d \times LF$$

$$Q \text{ ----- } 10.000$$

$$Q = (q \times NQ \text{ de bicos} \times 10.000) / (d \times LF)$$

Com esse resultado pode-se calcular a quantidade de defensivo a ser misturada no tanque.

C - Método do saco plástico graduado (segundo HERTWIG, 1977; CRISTOFOLETTI, 1985; DERPSCH, 1991).

O procedimento e cálculos são semelhantes ao teste da proveta. Sendo mais fácil e rápido. A diferença é que será usado um saquinho graduado para coletar a vazão de um bico durante o tempo gasto para percorrer a distância d , o nível do líquido na escala do saquinho fornece diretamente o volume aplicado ($l.ha^{-1}$). Deve-se fazer a média de diversos bicos. Estes saquinhos são confeccionados para condições específicas de calibração como: distância linear (d) e espaçamento entre bicos, conforme instruções impressas no saquinho. Em geral não são recomendados para a determinação do volume de aplicação, pois este método apresenta muitas fontes de erro, apesar de permitir a determinação fácil e rápida da quantidade de líquido a ser pulverizado por hectare. Por exemplo, sacos de tamanho diferente com marcação pouco precisa, bem como sua dilatação devido a alta temperatura e radiação solar, levam a resultados errados. Além disso, o nível de água se desloca conforme a maneira de se

disso, o nível de água se desloca conforme a maneira de se suspender o saco plástico.

D - Método vaso calibrador (segundo JACTU, 1992)

Usa-se os mesmos procedimentos usados para a proveta e saco plástico graduado.

Sempre é aconselhável acelerar o motor até a rotação correspondente a 540 rpm na tomada de potência, iniciar o movimento do trator no mínimo 5 m antes do ponto marcado para cronometrar o tempo do percurso e repetir a operação várias vezes para tirar a média.

Durante o tempo cronometrado coletar com o vaso calibrador o volume do bico no tempo gasto para percorrer os 50 m, efetuando a leitura direta na coluna correspondente em $l.ha^{-1}$ e anotar; repetir essas operações em diversos bicos para obter uma média do volume, a média obtida nas leituras é o volume de pulverização para a marcha e pressão determinadas.

Observações válidas para todos os métodos:

Se o volume obtido for abaixo do desejado, aumentar a pressão, diminuir a velocidade ou mudar para bicos de maior vazão. Mas se for acima do desejado, diminuir a pressão, aumentar a velocidade ou mudar os bicos de menor vazão.

Segundo CRUZ & JENTSH (1987), o manejo dos defensivos, sem perigo de acidentes, depende da instrução e

de segurança adotadas são de grande importância para a saúde dos aplicadores e das pessoas próximas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

Os testes de campo do presente trabalho foram conduzidos entre junho e julho de 1993, em uma área localizada na Fazenda São João, situada no município de Mossoró a aproximadamente 10 Km do Campus da Escola Superior de Agricultura de Mossoró-ESAM. Mossoró possui latitude de 5° 10'S, longitude 37° 20'WGr e altitude de 18 m.

3.2. Descrição do trator e implemento

O trator utilizado nos testes foi um Massey Ferguson 265, com motor Perkins A 4236 Derated, com potência nominal de 47,8 Kw (65 cv) a 2.200 rpm, 4 cilindros em linha, transmissão de 8 marchas à frente e 2 à ré, tração 4 x 2, rodados dianteiros 7.50 - 16 (6 lonas) e rodados trazeiros 18.4 - 30 R - 1 (6 lonas), tomada de potência 540 rpm a 1.700 rpm no motor. Peso total em ordem de marcha: lastreado 3.743 Kg; sem lastro 2.723 Kg. Com bitola de 1.560 a 2.100 mm.

O implemento utilizado nos testes foi o

pulverizador de barras Columbia Cross A - 18 de arrasto (possui 18 m de barra com 36 bicos espaçados de 0,5 m e capacidade de tanque de 2.000 l). Os bicos utilizados foram JA - 2 de jato cônico. O Columbia Cross tem um peso de 1.030 Kg; é equipado com agitador mecânico - hélice, 3 pás, bomba modelo JP 100 com vazão de 100 l.min^{-1} e pressão de trabalho de 2 a 28 Kgf.cm^{-2} (30 a 400 lbf.pol^{-2}).

O defensivo considerado foi o inseticida Dipterex, cuja recomendação de aplicação é de $1,0 \text{ l.ha}^{-1}$, e o preço na época de US\$ 6,14 por litro.

3.3. Delineamento experimental utilizado

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino do tipo 3×3 , cujos tratamentos foram três métodos de calibração: 1) utilizando proveta graduada; 2) utilizando saco plástico graduado e, 3) vaso calibrador; os fatores controles foram três pressões de trabalho do pulverizador: 5, 10 e 15 Kgf.cm^{-2} e três velocidades do trator: $2,5 \text{ Km.h}^{-1}$ na 2ª marcha; $4,61 \text{ Km.h}^{-1}$ na 3ª marcha e $5,62 \text{ Km.h}^{-1}$ na 4ª marcha, sempre operando a 1.700 rpm do motor.

3.4. Determinações realizadas

Durante o experimento foram realizadas as seguintes determinações:

a) Cronometragem do tempo no percurso de 50 m, nas diversas velocidades com rotação de 1.700 rpm no motor.

b) Determinação da vazão em litros de 24 bicos durante o tempo cronometrado para cada velocidade usando proveta graduada segundo DERFSCH (1991).

c) Determinação do volume aplicado em $1.\text{ha}^{-1}$ por leitura direta em saco plástico graduado segundo HERTWIG (1977).

d) Determinação do volume aplicado em $1.\text{ha}^{-1}$ por leitura direta em vaso calibrador segundo JACTU (1992).

3.5. Variáveis calculadas

As variáveis analisadas foram as seguintes:

a) Volume aplicado em $1.\text{ha}^{-1}$ para método da proveta graduada através da fórmula:

$$Q = (600 \times q) / (V \times f)$$

Onde:

Q = Volume de pulverização, em $1.\text{ha}^{-1}$;

q = Vazão por bicos, em $1.\text{min}^{-1}$;

f = Espaçamento entre bicos, em m;

V = Velocidade de trabalho, em Km.h^{-1} ;

600 = Fator de correção de unidades.

b) Quantidade de defensivo a ser diluído por tanque para cada método de calibração, através da fórmula:

$$Pr = (Cl \times D) / Q$$

Onde:

Pr = Quantidade de produto por tanque, em Kg/Tanque ou l/tanque.

CT = Capacidade do tanque, em litros;

Q = Volume aplicado, em l.ha⁻¹;

D = Dosagem do defensivo, em Kg.ha⁻¹ ou l.ha⁻¹.

c) Custo da aplicação por tanque em US\$ por tanque para cada método de calibração, através da fórmula:

$$CuA = Pr \times PPr$$

Onde:

CuA = Custo de aplicação, em US\$ por tanque;

Pr = Quantidade de produto por tanque, em Kg/tanque ou l/tanque;

PPr = Preço de produto, em US\$ por Kg ou US\$ por litro.

3.6. Análise estatística

Os dados foram analisados através da técnica da análise de variância para o delineamento de quadrado latino, utilizando-se o "software" SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os tempos cronometrados com o trator e pulverizador em diversas condições de operação, e também o tempo usado para a coleta das vazões por bico. Pode-se notar que, devido ao projeto do

TABELA 1 - Tempo médio cronometrado em 50 m do trator MF 265 operando com pulverizador Columbia, nas diversas marchas à 1.700 rpm.

Condição do conjunto	Média do tempo cronometrado		
	2ª Marcha	3ª Marcha	4ª Marcha
Trator pulverizador			
Trator com pulverizador sem pulverizar (ligado cheio)	1', 11", 33	38", 77	31", 95
Trator pulverizador ligado a 7 Kgf.cm ⁻²	1', 11", 90	39", 19	32", 01
Trator com pulverizador ligado a 10,5 Kgf.cm ⁻²	1", 12", 70	39", 05	31", 64
Trator com pulverizador ligado a 17,6 Kgf.cm ⁻²	1', 12", 50	39", 57	31", 99
Média	1', 12", 10	39", 14	31", 89
Tempo usado para coleta de vazão	1', 12"	39"	32"

trator, há uma grande diferença de tempo entre a 2ª e 3ª marchas, mas entre a 3ª e 4ª marchas a diferença é bem menor, o que vai causar uma maior diferença nas características de pulverização quando se muda da 2ª para a 3ª marcha.

A Tabela 2 mostra os dados médios e desvios padrões de volume aplicado por hectare, quantidade de defensivo e custos em relação ao método de calibração. A análise de variância desse quadro não revela diferença estatística significativas entre os três métodos. Conforme quadro demonstrativo no apêndice.

TABELA 2 - Demonstrativo de médias e desvios padrão de volume aplicado por hectare, quantidade de defensivo e custo em relação ao método de calibração.

Método	Volume (l/ha)			Defensivo (l/tanque)			Custo (US\$/tanque)		
	Média	Variação (%)	Desvio	Média	Variação (%)	Desvio	Média	Variação (%)	Desvio
Proveta	289,80	100,00	127,51	8,03	100,00	3,27	49,32	100,00	18,95
Saco p. gra.	269,96	93,15	113,36	8,51	105,98	3,15	52,27	105,98	19,34
Vaso calibr.	284,88	98,30	125,11	8,17	101,74	3,13	50,13	101,64	19,20
Total	281,55		117,67	8,24		3,16	50,57		18,45
C.V. (%)		42,0			40,0			36,5	

Apesar de não haver diferença estatística pode-se dizer que o método da proveta é o recomendável por ser a proveta um instrumento de medição de volume mais preciso, utilizado para aferir tanto o saco plástico como o vaso calibrador, além disto apresentou maior volume por hectare,

menor quantidade de defensivo por tanque e menor custo de defensivo por tanque que os outros métodos. Segundo HERTWIG (1977) se não soubermos com precisão o volume aplicado por hectare torna-se difícil calcular exatamente a quantidade de defensivo a ser colocada no tanque pulverizador. Na ausência de uma proveta pode-se recomendar o vaso calibrador que apresentou uma diminuição no volume aplicado de 1,7%, enquanto o saco plástico graduado apresentou diminuição de 6,8% quando comparado ao mesmo método. O vaso calibrador ainda tem a vantagem de ser mais barato e difícil de quebrar que a proveta. Segundo DERPSCH (1991), os sacos plásticos usados para a medida de vazão não são recomendados, por sua marcação pouco precisa. A dilatação devido à altas temperaturas e radiação solar, e o fato do nível da água se deslocar conforme a maneira de suspendê-lo levam a resultados errados.

Nota-se também na Tabela 2 que quanto maior o volume por hectare, menor a quantidade de defensivo a ser diluído por tanque. O bom resultado da aplicação depende do uso correto da dosagem recomendada do produto, da calibração do equipamento e dos fatores ambientais. Subdosagem além de não controlar o patógeno podem induzir sua resistência ao produto. As superdosagens podem causar fitotoxicidade, além do desperdício do produto. Os custos de aplicação se comportaram de maneira semelhante, entretanto o método da proveta parece ser o mais indicado. É importante escolher

sempre o método mais econômico de aplicação de defensivos, não só em relação ao seu preço, mas também o custo da mão-de-obra e do equipamento (KIMATE, 1978; HOSCH, 1966).

A Tabela 3 mostra a variação de volume por hectare, quantidade de produto por tanque e custo por tanque em relação a diferentes velocidades e pressões, para cada um dos métodos de calibração. Nota-se que existem diferenças entre os métodos estudados, mas conforme a Tabela 2 não existe diferença estatística entre eles. Como era de se esperar, foi encontrada diferença estatística significativa tanto entre as velocidades como entre as pressões, como é demonstrado no apêndice. Observa-se que com o trator na 2ª marcha, na qual a velocidade é de $2,5 \text{ Km.h}^{-1}$, se obteve os maiores volumes por hectare para uma mesma pressão, diminuindo na 3ª e 4ª marcha, a qual obteve o menor volume, ou seja, o volume pulverizado diminui com o aumento da velocidade, em consequência aumenta a quantidade de defensivo por tanque e o custo do defensivo por tanque. Mas, como o custo do defensivo por hectare é igual para as diferentes velocidades, o uso de velocidade mais alta acarretará um menor custo da máquina por hectare, que pode ser uma forma importante de economia.

TABELA 3 - Volume por hectare de pulverização, quantidade de produto por tanque e custo por tanque na pulverização a diferentes velocidades e pressões para cada método de calibração.

Pressão (Kgf/cm ²)	Velocidade do trator (Km/h)									
	(2ª Marcha) 2,50			(3ª Marcha) 4,61			(4ª Marcha) 5,62			
	Volume (l/ha)	Defensivo (l/Tanq.)	Custo (US\$/Tanq.)	Volume (l/ha)	Defensivo (l/Tanq.)	Custo (US\$/Tanq.)	Volume (l/ha)	Defensivo (l/Tanq.)	Custo (US\$/Tanq.)	
A	5	340,67	5,87	36,05	183,67	10,90	66,93	152,00	13,16	80,80
	10	444,00	4,50	27,66	238,67	8,38	51,45	196,67	10,22	62,75
	15	532,50	3,76	23,06	286,50	6,98	42,86	234,56	8,53	52,37
B	5	313,48	6,38	39,17	174,58	11,46	70,36	145,00	13,79	84,67
	10	409,13	4,89	30,01	232,50	8,60	52,80	186,67	10,71	67,76
	15	484,58	4,13	25,34	262,42	7,62	46,79	221,25	9,04	55,51
C	5	335,83	5,95	36,57	184,58	10,84	66,56	148,75	13,45	82,58
	10	438,75	4,56	27,94	228,75	8,74	53,66	194,38	10,29	63,18
	15	521,04	3,84	23,57	283,96	7,04	43,23	227,92	8,78	53,91

A - Método da proveta graduada.

B - Método do saco plástico graduado.

C - Método do vaso calibrador.

Usando-se a pressão de 5 Kgf.cm⁻² se obteve os menores volumes para uma mesma velocidade e em consequência a maior quantidade de defensivo por tanque, e o maior custo de defensivo por tanque; 10 e 15 Kgf.cm⁻². O volume aplicado aumentou com a pressão, diminuindo a quantidade de defensivo por tanque e o custo de defensivo por tanque. As diversas doses de calda por hectare dependem da velocidade do trator e da pressão de trabalho, a uma diminuição da pressão

a quarta parte, corresponde um aumento das gotas ao dobro. Dentro de certos limites, a uma elevação ao quadruplo da pressão, corresponde um incremento da vazão ao dobro (HOSCH, 1966; BERLIJN, 1982).

Felos resultados apresentados na tabela 3 pode-se recomendar que se trabalhe na marcha mais alta possível em relação às condições de tráfego e as características da cultura, bem como a pressão mais baixa recomendada para o tipo de bico usado, desde que o tamanho de gotas seja aceitável. Desta maneira pode-se obter o menor volume de calda recomendado para aquela situação e, em consequência, uma menor perda de tempo para reabastecimento do pulverizador, mais rapidez no serviço e menor custo de uso da máquina por hectare tratado.

5 - CONCLUSÕES

1. Em relação ao volume de aplicação por hectare não houve diferença estatística entre os métodos estudados. O método da proveta graduada apresentou maiores valores, seguido do saco plástico e vaso calibrador.

2. A quantidade de defensivo por tanque não diferiu estatisticamente entre os métodos, apesar do método da proveta graduada ter obtido os menores valores, seguida do vaso calibrador e saco plástico graduado.

3. O menor custo do defensivo por tanque foi o da proveta, seguida do vaso calibrador e do saco plástico graduado, sem haver diferença significativa entre eles.

4. Com o aumento da velocidade de deslocamento do trator observou-se estatisticamente menor volume de calda por hectare, maior quantidade de defensivo por tanque e maior custo por tanque.

5. Com o aumento da pressão de trabalho do pulverizador observou-se estatisticamente maior volume aplicado por hectare, menor quantidade de defensivo por tanque e menor custo do defensivo por tanque.

6 - RECOMENDAÇÕES

Recomendação gerais sobre os procedimentos para regulagem e operação do pulverizador tratorizado de barras

1. O pessoal envolvido deve ter sempre a mão os manuais do equipamento e dos bicos, e as recomendações de uso dos defensivos agrícolas. As tabelas dos bicos de pulverização fornecem as vazões de cada tipo de bico a diferentes pressões e velocidades.

2. A escolha dos bicos deve ser feita em função do tipo de aplicação, vazão desejada, ângulo do jato, tamanho da gota e perfil de distribuição. Em cada aplicação deve-se usar o mesmo tipo de bico na barra pulverizadora.

3. A vazão de todos os bicos devem ser testada com uma proveta graduada durante 1 minuto, uma vez constatada diferença deve-se verificar entupimentos nas pontas e filtros. Bicos com desvios superiores a 10% da média devem ser descartados. Esta verificação deve ser feita periodicamente para acompanhar o desgaste das pontas. Todas vazão média exceder a de uma ponta nova em 10%.

vazão média exceder a de uma ponta nova em 10%.

4. A distância entre bicos e a altura da barra em relação ao solo exercem grande influência sobre a uniformidade da aplicação, por isto as recomendações dos fabricantes de pulverizadores e bicos deve ser seguida rigorosamente.

5. A escolha da pressão de pulverização deve ser feita conforme recomendações dos fabricantes de bicos e defensivos. A pressão de pulverização para um mesmo tipo de bico varia em função da vazão desejada, ou do tamanho de gotas pretendido, e deve ser mantida constante durante a pulverização. Usando a menor pressão recomendada para certa situação, pode-se aplicar o menor volume aceitável e trabalhar uma maior área por tanque do pulverizador.

6. Escolha da velocidade de trabalho: a velocidade de trabalho deve ser escolhida para cada situação de modo a obter o máximo desempenho operacional com eficiência e segurança, devendo-se sempre trabalhar com uma rotação do motor que permita obter 540 rpm na tomada de potência do trator; a velocidade de trabalho variará então conforme a marcha escolhida, deverá ser mantida constante entre 3 e 8 Km.h⁻¹, e só poderá ser trocada após total recalibração. Trabalhar numa velocidade alta diminui o tempo de aplicação e por isto diminui os custos do uso da máquina numa certa área.

7. Para medir a velocidade de trabalho, deve-se cronometrar a distância escolhida com o pulverizador cheio, funcionando na pressão escolhida, na rotação e marcha pré-selecionadas e no mesmo terreno a ser tratado. Repetir a cronometragem para obter uma média.

8. Durante a calibração a medida da vazão dos bicos deve ser feita com a proveta graduada ou outro recipiente com graduação precisa. A vazão de todos os bicos deve ser coletada durante 1 minuto e feita a média de todas as vazões.

9. Pode-se usar uma fórmula simplificada para o cálculo do volume aplicado para bicos espaçados de 50 cm:

$$L.ha^{-1} = \text{Tempo cron. (s)} \times \text{Vazão por bico (l.min}^{-1}) \times 6,67$$

10. No caso de se desejar mudar o volume aplicado, aumenta-se a pressão para aumentar o volume ou diminui-se a velocidade do trator. Para uma variação grande de volume deve-se consultar tabelas de bicos pulverização. É importante salientar que qualquer mudança de bico, pressão ou velocidade exige uma nova calibração.

11. Após calcular a quantidade de defensivo a ser diluída no tanque do pulverizador, deve-se misturar a quantidade calculada em meio tanque e depois completar o tanque até encher. Ou, se o produto forma emulsão ou

suspensão, deve-se fazer uma pré-mistura num recipiente com água e depois adicionar ao tanque e completá-lo até encher.

7 - RESUMO

A medida que os métodos culturais foram se desenvolvendo, a quantidade de defensivos agrícolas utilizados no controle de pragas e doenças das plantas cultivadas foi aumentando, assim como os custos dos produtos e dos combustíveis, e a contaminação das áreas, gerando a necessidade de tecnologias para aplicação mais segura destes defensivos. A aplicação de defensivos agrícolas visa o controle econômico de pragas, doenças e ervas daninhas, através da distribuição da exata quantidade de defensivo veiculada em gotas, possibilitando uma distribuição uniforme no local requerido. Foram comparados métodos de regulagem num pulverizador de barras tratorizado, em diferentes marchas do trator e diferentes pressões, para identificar o método mais preciso. O método da proveta graduada apresentou o maior volume de aplicação por hectare, seguido do vaso calibrador e do saco plástico graduado. A menor quantidade de defensivo por tanque foi para a proveta graduada, seguida do vaso calibrador e saco plástico graduado. Menor custo de defensivo por tanque foi o da proveta, seguida do vaso calibrador e do saco plástico graduado, para as três determinações não houve

diferença estatística entre os métodos. O aumento da velocidade do trator ocasionou menor volume por hectare, maior quantidade de defensivo por tanque e maior custo de defensivo por tanque. O aumento da pressão do pulverizador aumentou o volume aplicado por hectare, e diminuiu a quantidade de defensivo por tanque e o custo de defensivo por tanque. Para as três determinações houve diferença estatística entre velocidades e pressões.

B - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES SOBRINHO, T.; GONÇALVES, P.C.T. Tecnologia de aplicação de herbicida em jato dirigido na cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 19, 1990, Piracicaba. *Anais ...* Piracicaba: SBEA/ESALQ, 1990. p.1237-1246.
- BALASTREIRE, L.A. Máquinas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 307p.
- BERLIJN, J.D. Maquinária para manejo de cultivos. México: Trilhas, 1982. 78p.
- CANAVATE, J.O. Las máquinas agrícolas. Madrid: Mundi-prensa, 1980. 487p.
- CANDELON, F. Las máquinas agrícolas. Madrid: Mundi-prensa, 1971. 679p.
- CRISTOFOLETTI, F. Utilização e calibragem do pulverizador no plantio direto. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). *Atualização em plantio direto*. Campinas: Fundação Cargil, 1985. vii, 343p.

CRUZ, F.M. & JENTZSCH, R. Projeto e construção de um equipamento para avaliação da eficiência de pulverização de bicos de pulverizadores agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16, 1987, Jundiaí. **Anais ...** Jundiaí: IAC.DEA/SBEA, 1987. p.557-564.

DERPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas da cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** [s.l.]: Eschborn, 1991. 272p.

GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola.** 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

HARRIS, A.G.; MUCKLE, T.B.; SHAW, J.A. **Maquinaria agrícola.** Zaragoza: Acribia, 1977. 311p.

HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, desseccantes e fitorreguladores.** 18 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 480p.

HOSCH, L. **Maquinas y aparatos contra las plagas del campo.** In: DENCKER, C.H. (Org.). **Manual de técnica agrícola.** Barcelona: Omega, 1966. p.564-604.

JACTO. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas (calibração de pulverizadores).** São Paulo: Jacto, 1992. 36p.

KIMATE, H. Fungicidas. In: GALLI, F. (Coord.). Manual de fitopatologia. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, 1978.

PINHEIRO NETO, R; CONSTANTIN, F; CARVALHO FILHO, I. Desenvolvimento de protótipos de bicos para aplicação de agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. Anais ... Ilhéus: SBEA/CEPLAC, 1993. p. 509-513.

SPRAYING SYSTEMS. Teejet produtos de pulverização para agricultura. Diadema, 1990. 72p.

VELLOSO, J.A.R.O.; GASSEN, O.; JACOBSEN, L.A. O bico de cada um. A granja, Porto Alegre: v.40, n.436, p.60-73, maio. 1984.

APENDICE

QUADRO 1A - Análise de variância usando o delineamento em quadrado latino.

Fonte de variação	Teste F		
	Volume	Defensivo	Custo
Método	1,86	2,28	2,07
Velocidade	274,62**	15,68**	318,28**
Pressão	62,57**	7,06*	110,77**

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010076145