



Procedimentos para calibração, utilização e manutenção da torre de Potter para experimentação científica

Marcelo Zanelato Nunes¹
Otávio Dias da Costa Machado²
Wagner Pires³
Marcos Botton⁴

Introdução

Um fator fundamental para a condução de experimentos de toxicologia em laboratório é a aplicação precisa da substância a ser testada sobre o alvo (insetos, folhas, placas de Petri, etc.), sendo um fator importante para a replicabilidade do experimento. A torre de Potter é o principal equipamento utilizado para a condução desses experimentos, a qual é composta por um conjunto de cilindros e chaves pneumáticas que, quando ativados, facilitam ou impedem a passagem de ar no sistema, promovendo ou cessando a pulverização da substância a ser avaliada.

A torre de Potter foi idealizada em 1941 (POTTER, 1941) e aperfeiçoada em 1952 pelo mesmo autor (POTTER, 1952). Atualmente, é fabricada pela Burkard Agronomics (www.burkardscientific.co.uk) e comercializada nos modelos "Auto load" e "Manual". A diferença entre os modelos é a automação da

mesa de pulverização, que, no modelo manual, é fixa abaixo do tubo de pulverização, necessitando o posicionamento da amostra nesse ponto. Já no modelo automático (Auto-Load) existe um sistema de deslocamento da mesa de pulverização horizontalmente em direção ao operador, facilitando a reposição da amostra, proporcionando menor exposição e maior segurança do operador.

A atomização ocorre na extremidade superior de um tubo, em cuja parte inferior encontra-se a mesa de pulverização. Sobre essa estrutura é fixado o alvo a ser pulverizado. O equipamento pulveriza pequenos volumes com distribuição uniforme, recobrando áreas circulares de até nove centímetros de diâmetro (POTTER, 1952).

Devido à frequência com que a torre de Potter é empregada nos experimentos toxicológicos

¹ Engenheiro-agrônomo, Mestre, Doutorando em Fitossanidade, UFPel, Pelotas, RS. E-mail: znunes.marcelo@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, RS. E-mail: otavio.machado@ifrs.edu.br

³ Técnico em Engenharia Mecânica. E-mail: wagner_pires8@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador, Empresa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. E-mail: marcos.botton@embrapa.br

conduzidos em laboratório no Brasil (MASCARIN et al., 2013; NETO E SILVA et al., 2013) e à falta de informações práticas sobre o uso e manutenção desse equipamento, são apresentadas neste Comunicado Técnico informações para a calibração, utilização e manutenção da torre de Potter.

Componentes da torre de Potter

Neste Comunicado, são apresentadas as características do modelo "Auto-Load" da torre de Potter (Figura 1).

Foto: Marcelo Zanelato Nunes.

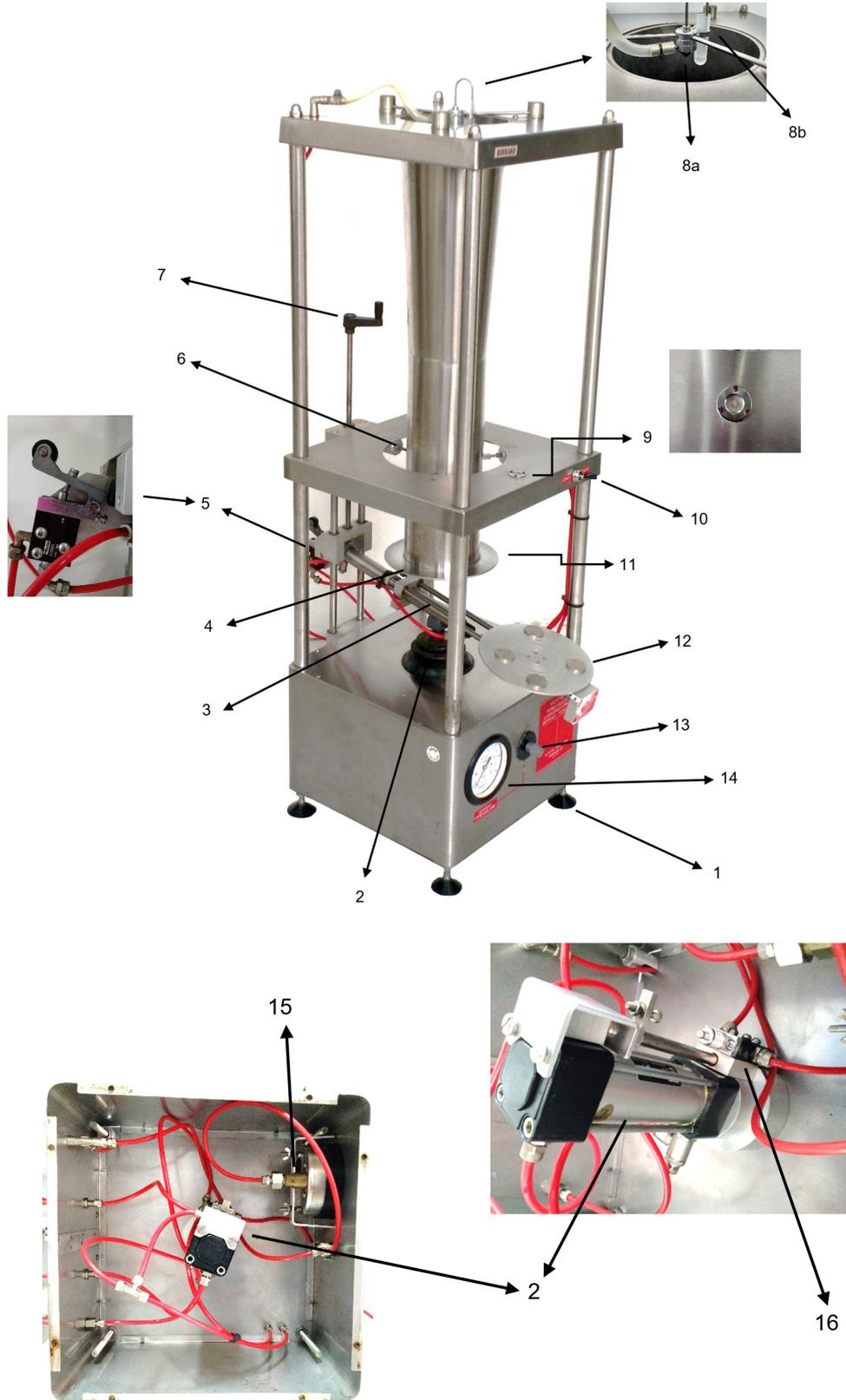


Fig. 1. Vista frontal, lateral e do circuito interno da Torre de Potter.

Na imagem, é possível identificar os seguintes componentes:

1. Parafuso nivelador – nivela a torre de Potter;
2. Cilindro elevador (B) – Eleva/abaixa a mesa de pulverização;
3. Bloco guia – suporta e direciona a mesa de pulverização;
4. Cilindro (A) – possibilita a passagem da calda atomizada até o alvo posicionado na mesa de pulverização;
5. Chave (B01) – seu acionamento através da chave comutadora provoca a retração da mesa de pulverização, posicionando-a logo abaixo do tubo de pulverização. O desligamento da chave comutadora provoca a ejeção da mesa para a posição de retirada da amostra que recebeu a calda e recebimento de uma nova amostra;
6. Parafuso centralizador – regulam a centralização do tubo de pulverização;
7. Manivela niveladora – nivela a mesa de pulverização;
- 8a. Bico de atomização – consiste de um instrumento o qual possui um venturi em seu interior que acelera o fluxo de ar e direciona-o para o interior do tubo, criando uma pressão negativa que succiona a amostra a ser aplicada, fracionando-a em gotas e

transportando-a até o alvo posicionado sobre a mesa de aplicação;

8b. Reservatório – depósito da calda a ser atomizada;

9. Bolha de nível – sinaliza o grau de nivelamento da torre de Potter;

10. Chave comutadora (S1) – permite/impede a passagem de ar para as válvulas do sistema;

11. Flange - porção final do tubo de pulverização;

12. Mesa de pulverização – suporte para a amostra a ser atomizada;

13. Controle de pressão (V1) – controlador da pressão no sistema;

14. Manômetro (M1) – visualização da pressão selecionada através do controle de pressão;

15. Válvula reguladora de pressão – permite a regulação da pressão;

16. Válvula U01 – quando acionada, permite a passagem do ar para o bico de atomização.

Para proporcionar maior segurança ao operador, aconselha-se a instalação da torre de Potter no interior de uma capela exaustora, a qual será responsável pela extração das gotas em suspensão no ambiente (SGANZERLA et al., 2011) (Figura 2).

Foto: Marcelo Zanelato Nunes.



Fig. 2. Capela de exaustão de gases contendo a torre de Potter no seu interior.

Para aumento da segurança do equipamento, há também a possibilidade de instalação de vidros na parte frontal da capela exaustora, contendo aberturas que coincidam com o ponto de ejeção da mesa de atomização e próximo ao reservatório.

É importante ressaltar que a utilização da torre de Potter demanda o emprego de Equipamento de Proteção Individual (EPI) completo, pois todas as atividades apresentam risco potencial ao operador (SGANZERLA et al., 2011). Além do EPI para aplicação de agrotóxicos, como o equipamento utiliza pressão gerada por compressor de ar, de acordo com sua localização, pode haver a necessidade de uso de protetor auricular para mitigar o excesso de ruído.

Também é importante que o operador verifique se o sistema pneumático da torre de Potter está funcionando corretamente, de forma que o fluxo de ar seja cessado durante a ejeção da mesa de atomização.

Dentre os pontos principais que devem ser observados na utilização do equipamento, destacam-se as regulagens da posição da mesa e a manutenção das válvulas, em especial, do compressor de ar.

Para a alimentação do sistema pneumático da torre de Potter, é necessário que a pressão de entrada seja de no mínimo 20 Psi. Para isso, recomenda-se a utilização de compressores de diafragma, também conhecidos como compressores de membrana. Eles apresentam baixo custo de aquisição, facilidade na sua movimentação e alta estanqueidade, ou seja, o

ar comprimido é completamente isolado das partes móveis e lubrificantes presentes no compressor, evitando sua contaminação. O compressor de diafragma tem como princípio de funcionamento a mudança de posição de um diafragma através da compressão exercida por um fluido que, por sua vez, é comprimido por um pistão. Os compressores de membrana de baixa pressão são ideais para pequenas aplicações; geralmente apresentam pressão máxima que não ultrapassa 40 Psi, suficiente para suprir os requisitos da Torre.

Como desvantagem, os compressores de diafragma aquecem facilmente, impossibilitando seu uso contínuo durante longos períodos de tempo. Além disso, não apresentam reservatório para o ar que está sendo comprimido. Para minimizar problemas com aquecimento, recomenda-se desligar o compressor quando for constatado o aumento excessivo da temperatura. O compressor também pode permanecer desligado quando há a necessidade do preparo das amostras e operações de rotina que não incluem a utilização da torre estão em andamento.

Regulagem da torre de Potter

Previamente ao início da utilização da torre de Potter, deve-se nivelar o equipamento e centralizar o tubo de pulverização. O nivelamento é ajustado através de quatro parafusos localizados na base do equipamento, com auxílio de uma bolha de nível. Já a centralização do tubo é efetuada por três parafusos localizados no centro da plataforma (Figura 3).

Foto: Marcelo Zanelato Nunes.

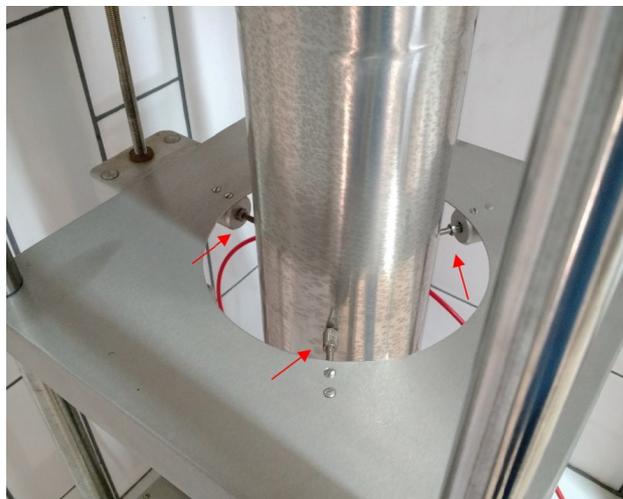


Fig. 3. Parafusos utilizados para centralizar o tubo da torre de Potter.

A mesa de pulverização pode ser regulada quanto à sua distância em relação à abertura inferior do bocal de pulverização, bem como a seu nivelamento transversal e longitudinal. A distância é ajustada por meio da manivela niveladora localizada na parte posterior do equipamento; já os nivelamentos longitudinal e transversal são realizados pelos parafusos localizados na parte inferior do eixo de sustentação da mesa de pulverização.

A parte inferior do tubo possui uma dobra externa, denominada bocal de pulverização ou flange, devendo ser posicionada a uma distância inicial de 60 mm em relação a mesa de pulverização.

A pressão do ar deve ser constante durante a operação da torre de Potter. Para aferir a pressão

de trabalho, pode ser acoplado um manômetro a uma conexão localizada na parte posterior do equipamento.

Funcionamento e operação

Os mecanismos da torre de Potter funcionam por meio do sistema de cilindros pneumáticos que são movimentados por chaves específicas, com pressão gerada por um compressor de ar. Tais chaves dirigem o ar pelo circuito (Figura 4), provocando a movimentação da mesa de pulverização (cilindros de elevação e deslocamento frontal), a sucção da calda do reservatório, a quebra de gotas e seu transporte descendente pela corrente de ar formada a partir do bico pulverizador.

Ilustração: Wagner Pires.

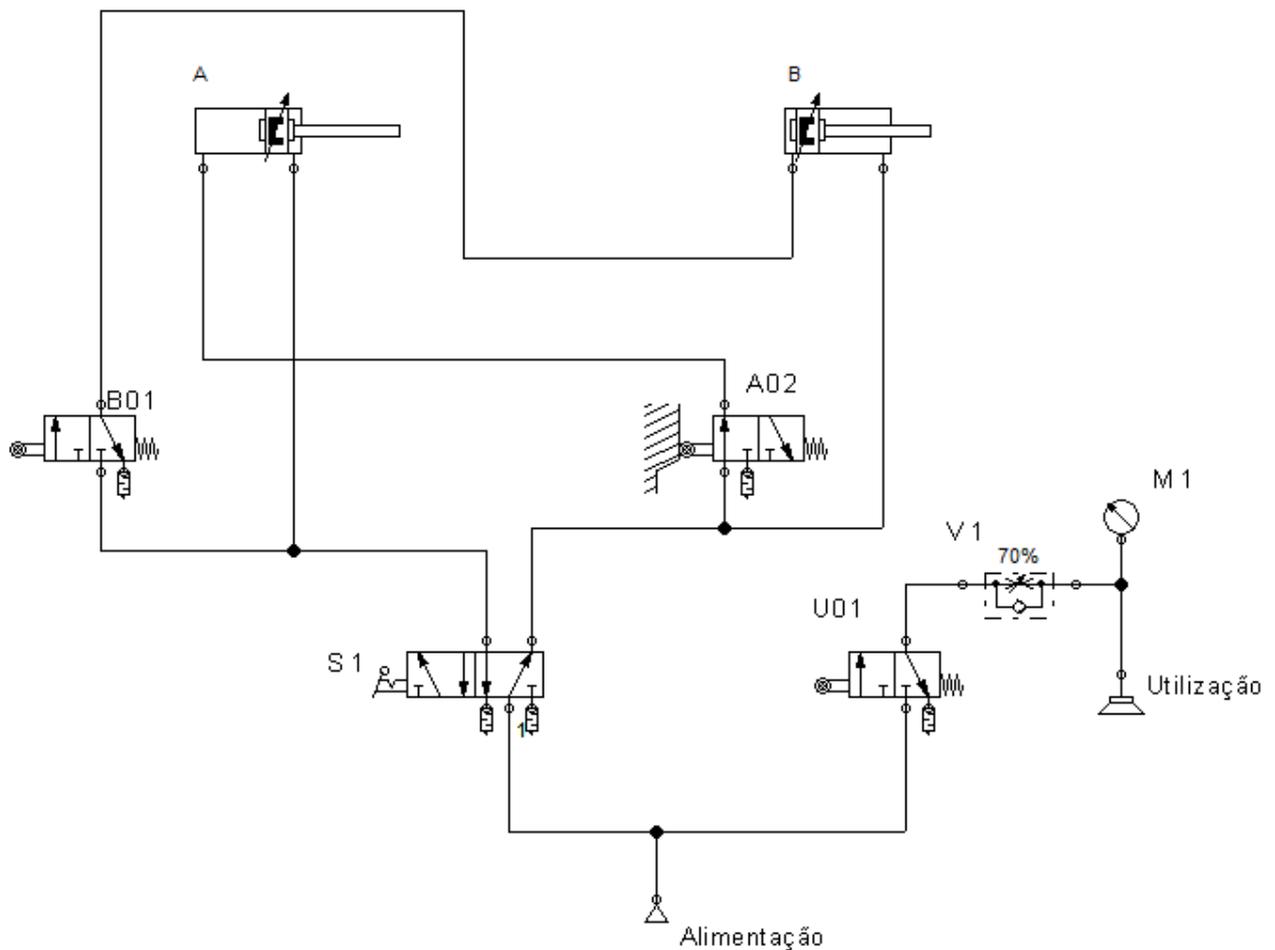


Fig. 4. Circuito pneumático da torre de Potter A - Cilindro A; A02: Chave de fim de curso A02; B; B01: Chave de fim de curso B01; M1 - Manômetro; S1 - Chave comutadora; U01: Chave de fim de curso U01; V1 - Válvula reguladora de pressão.

O ponto inicial do movimento ocorre com a mesa de pulverização ejetada (no modelo "Auto-Load"). Nesse momento, não há passagem do ar para o bico atomizador (Figura 5).

Antes de iniciar o manuseio da torre de Potter, o operador deve ligar o compressor e em seguida determinar a pressão de serviço desejada, girando

o controle de pressão V1 na parte frontal do equipamento, cujo ajuste é realizado manualmente. Para a aferição da pressão atuante no sistema, existe um manômetro (M1) localizado à esquerda da válvula reguladora de pressão. Nesse momento, pela abertura superior, o operador também deverá abastecer o reservatório com a amostra da substância a ser aplicada.

Foto: Marcelo Zanelato Nunes.

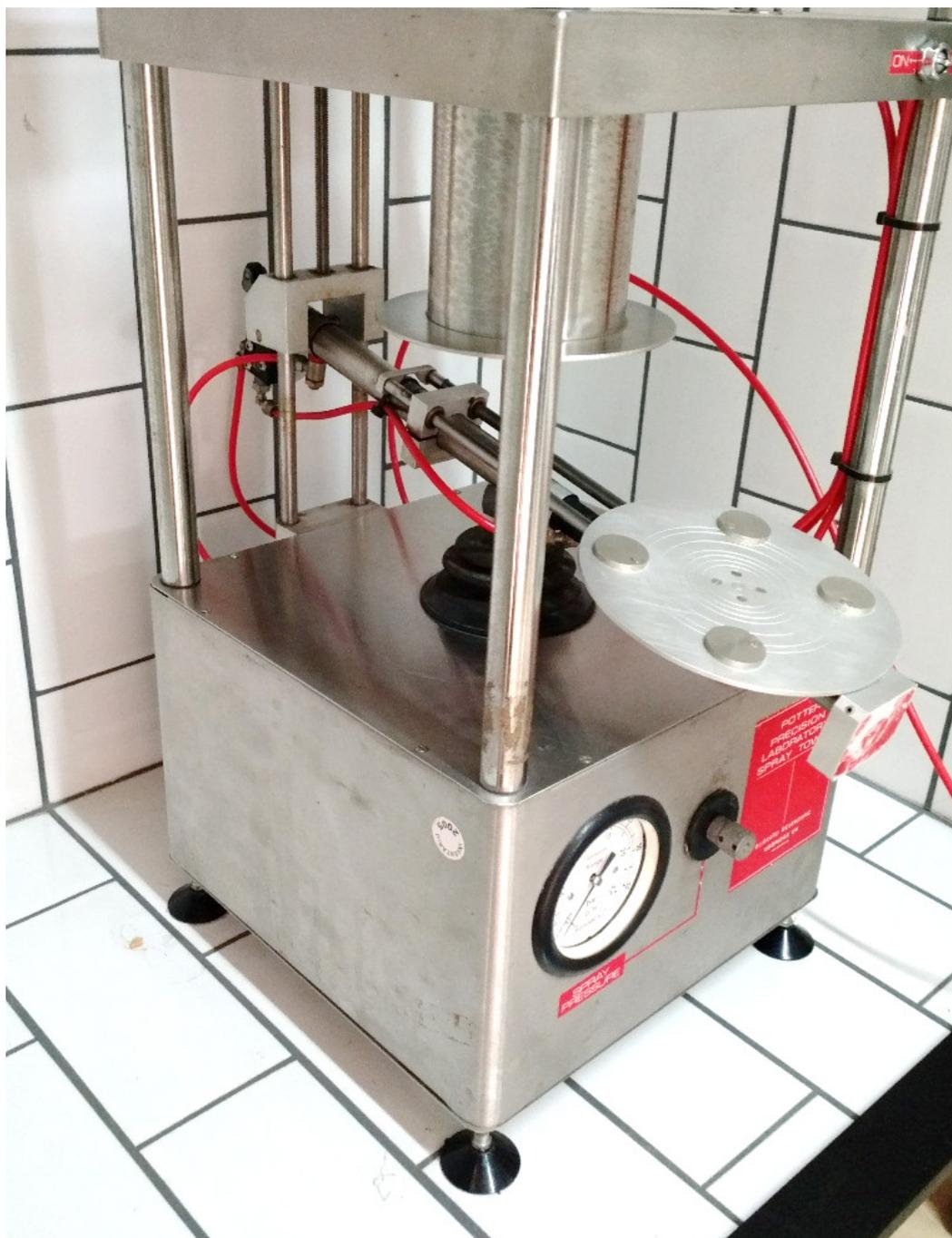


Fig. 5. Mesa de pulverização na posição inicial (ejetada).

O ciclo de operação pode ser visualizado na Figura 6, o qual inicia com o acionamento da chave comutadora S1 (posição "on"). Essa chave tem a função de direcionar o ar para o cilindro A ou B. Quando na posição "on", a chave irá direcionar o ar para o cilindro A provocando a sua retração. Quando o cilindro A se retrai, ocorre a ativação da chave B01, que por sua vez libera o ar para o cilindro B,

provocando sua elevação (e conseqüente elevação da mesa de pulverização). Quando esse cilindro se eleva, há a ativação da chave U01, a qual é responsável pela liberação do ar para a aplicação. Ao passar pelo bico atomizador, o ar provoca uma pressão negativa em seu interior, fazendo com que a solução presente no reservatório seja sugada e pulverizada sobre a amostra.

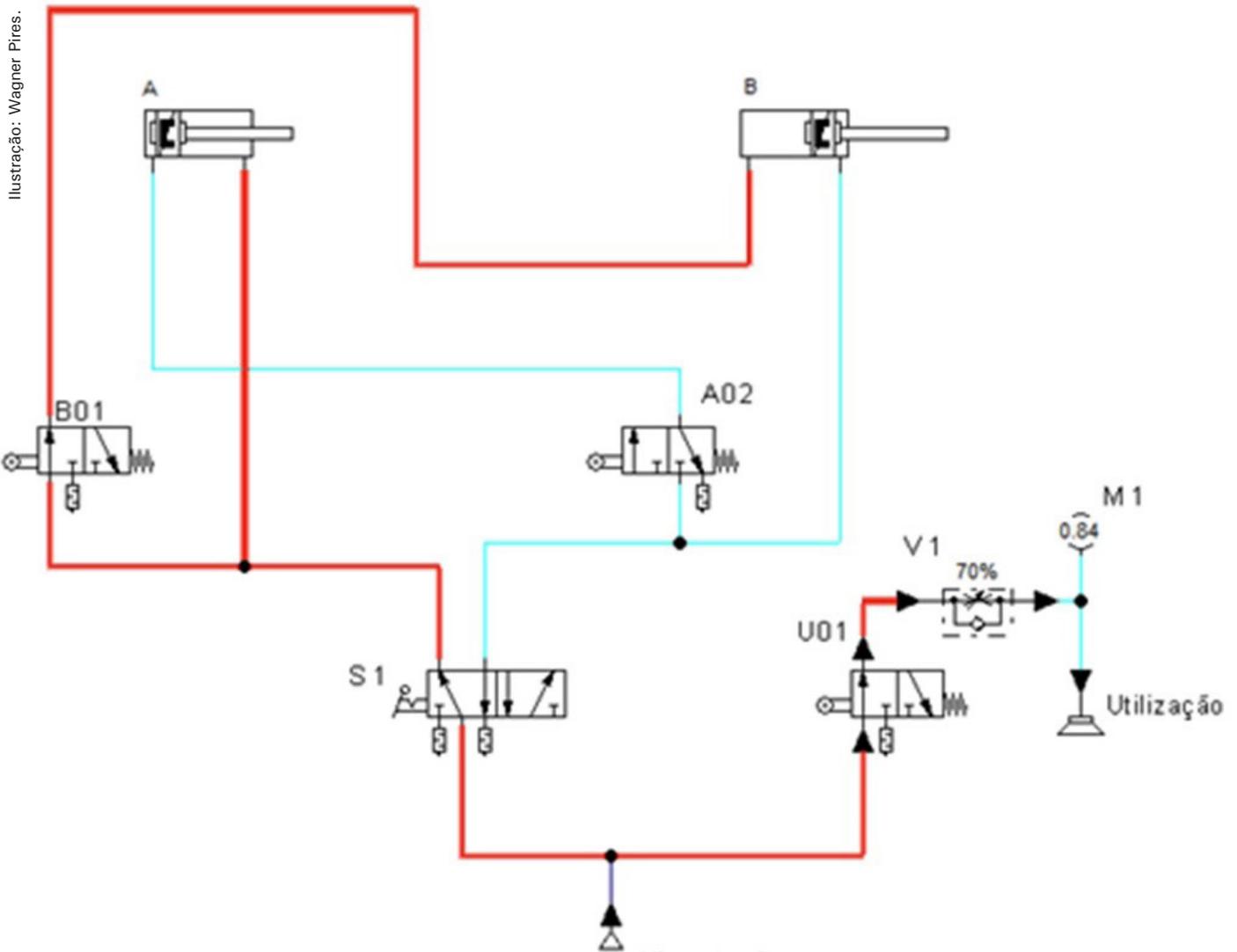


Fig. 6. Circuito pneumático na posição para realização dos testes.

* Linhas em vermelho representam a pressão de ar comprimido no circuito.

Após a conclusão da pulverização, a chave comutadora (S1) é novamente acionada pelo operador (posição "off"), direcionando o ar até o cilindron B, causando a sua retração, desligando a chave U01 e consequentemente interrompendo o fornecimento de ar para a pulverização. Após, ocorre a ativação da chave A02, que por sua vez libera o ar para o cilindro A, causando a ejeção da mesa de pulverização (Figura 7).

Calibração

Em operação, a quantidade da amostra do produto a ser atomizada é medida anteriormente ao início dos trabalhos, com o auxílio de uma pipeta, e em seguida colocada no interior do reservatório do atomizador. A quantidade do volume do líquido e a pressão empregada na pulverização influenciam na deposição da calda sobre a área pretendida e são dois parâmetros importantes de serem padronizados, levando-se em consideração que o depósito de calda

é inversamente proporcional à pressão do ar.

Qualquer variação do fluxo de ar no sistema irá causar uma considerável variação no depósito de calda. Dessa forma, devem ser adotadas precauções com o objetivo de manter o sistema de dutos de ar limpo. Recomenda-se realizar uma inspeção do funcionamento de todos os componentes da torre de Potter antes que qualquer teste seja realizado.

O depósito da calda por área pretendida é obtido primeiramente através de testes, com a pulverização de uma amostra do solvente utilizado no experimento, geralmente água destilada sobre uma placa de Petri contendo lamínulas de vidro com área e peso conhecido.

A deposição da calda é determinada através da pesagem das lamínulas, calculando-se a massa adicionada pela pulverização e a densidade da calda pulverizada. As lamínulas devem ser dispostas de

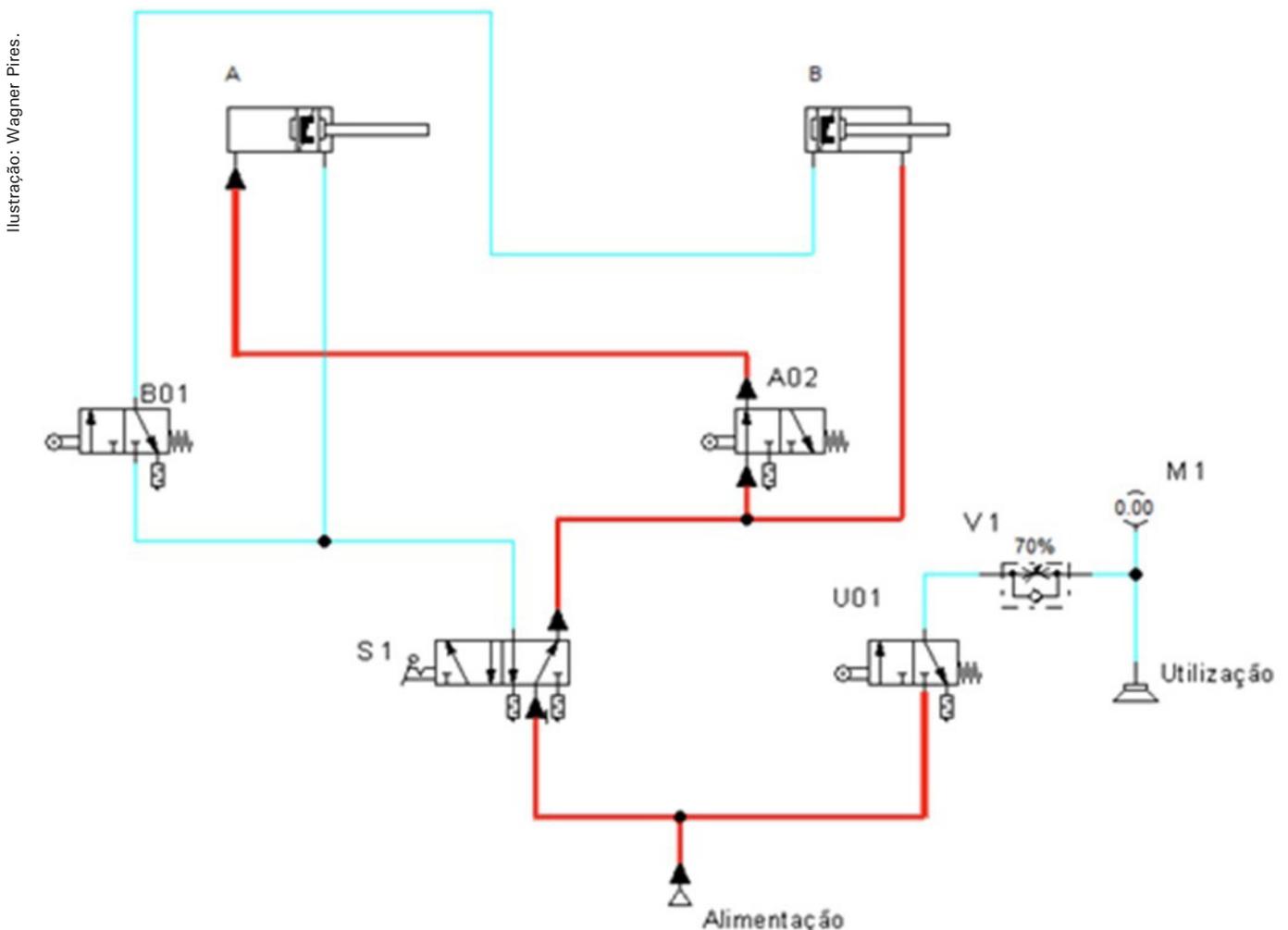


Fig. 7. Circuito pneumático na posição inicial.

* Linhas em vermelho representam a pressão de ar comprimido no circuito.

forma equidistante do centro e periferia de uma placa de Petri de 6 ou 9 cm de diâmetro.

O teste de pesagem de lamínulas deve ser repetido em intervalos frequentes, antes da realização de um novo experimento para assegurar a padronização do procedimento. Diferenças no depósito de calda podem ocorrer quando existem variações expressivas de temperatura e umidade no ambiente, na ordem de 20 °C para temperatura ou 20% para umidade relativa, quando diferentes amostras são submetidas a esse nível de contraste (POTTER, 1952).

Passo-a-passo para calibração da torre de Potter

Previamente à calibração do equipamento procede-se à pesagem de cinco lamínulas de vidro com área de 4 cm² (2x2 cm). As lamínulas são distribuídas sobre uma placa de Petri de 6 ou 9 cm de diâmetro que serão utilizadas no teste de deposição (Figura 8A). Com esses dados, determina-se a deposição por meio da subtração das massas das placas secas com as suas massas após a atomização (Figura 8B).

Foto: Marcelo Zanelato Nunes.

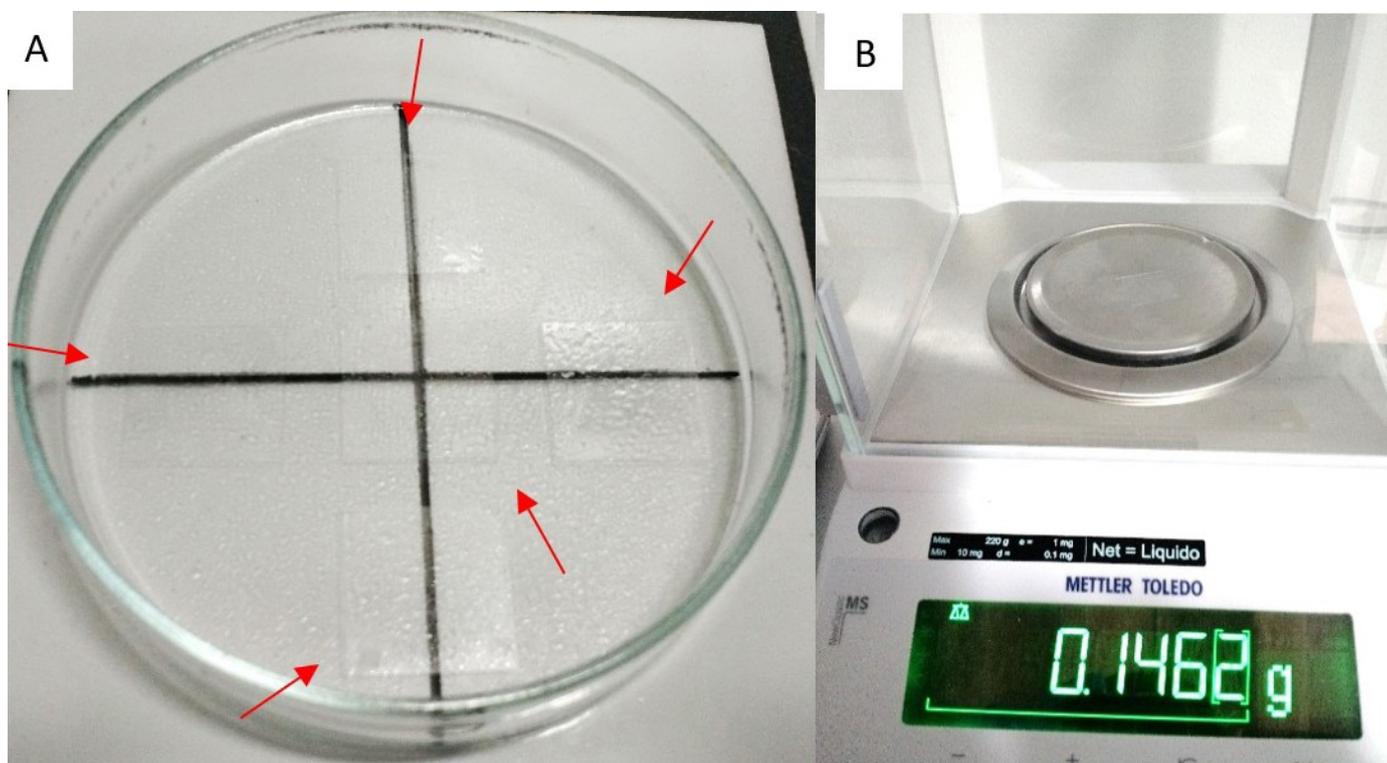


Fig. 8. Deposição da calda em lamínulas (2 x 2 cm²) posicionadas sobre a placa de Petri de 9 cm de diâmetro. B) Pesagem de uma lamínula contendo a calda atomizada.

Passo 1 – Medição do volume de calda a ser utilizado.

Passo 2 – Preenchimento do reservatório da torre de Potter com o volume de calda definido.

Passo 3 – Pulverização da calda sobre lamínulas de dimensões e pesos conhecidos distribuídas em uma placa de Petri de 6 a 9 cm de diâmetro (Figura 8A).

Passo 4 – Pesagem das lamínulas individualmente após a atomização (Figura 8B).

Passo 5 – Repetição dos passos 1 a 4 (5-10 vezes).

Passo 6 – Obtenção da quantidade de calda depositada por cm².

Exemplo de teste para averiguação da calibração do equipamento e determinação da deposição da calda

Para o procedimento de calibração do equipamento e averiguação da deposição da calda, foi estabelecido um volume de aplicação de 1 mL de água destilada

(densidade de 1g/cm³) com o auxílio de uma pipeta automática. Para a aplicação dessa quantidade de água, foi utilizado o modelo de atomizador de menor vazão, fornecido pela empresa fabricante da torre de Potter, e pressão de 1 bar. Através do passo-a-passo de calibração, obteve-se a seguinte tabela de deposição:

Tabela 1. Deposição de calda (mg) em lamínulas dispostas em diferentes posições em uma placa de Petri após aplicação em torre de Potter.

Posição	Repetição				
	1	2	3	4	5
Centro	5,77	4,97	5,21	4,97	5,67
Superior	4,70	4,60	5,00	4,60	4,80
Inferior	5,03	5,23	5,02	5,73	5,53
Direita	4,98	4,89	4,67	4,67	4,97
Esquerda	5,03	4,63	4,83	4,93	4,73
Média	5,10	5,10	4,87	4,98	5,14
Cv (%)	7,77	5,35	4,16	9,05	8,38

Através do cálculo do coeficiente de variação para os dados obtidos, verifica-se que a oscilação da massa de calda em cada repetição foi inferior a 10%, sendo considerada uniforme. Nesse caso, o equipamento está calibrado e em condições para realização dos experimentos. Caso o coeficiente de variação seja superior a 10%, deve-se proceder novamente à regulagem do equipamento.

Considerando-se uma deposição média de 5 mg em uma lamínula de vidro de 4 cm², obtém-se uma deposição de calda de 1,25 mg/cm². Para o cálculo da quantidade de substância-teste a ser aplicada em miligramas por cm², multiplica-se o valor da deposição média obtida pela concentração de inseticida existente na solução. Posteriormente, o resultado é multiplicado pela concentração do ingrediente ativo existente na formulação.

Exemplo:

Quantidade de calda aplicada: 1 mL

Deposição média de 5 mg por lamínula (4 cm²)

Produto utilizado: Altacor 350WG a 0,1%

1 – Obtenção da deposição da calda (D) por cm².

$$D = \frac{5 \text{ mg}}{4 \text{ cm}^2} = 1,25 \text{ mg/cm}^2$$

2 – Quantidade de ingrediente ativo depositada por lamínula.

$$Q_{pc} = 5 \times 0,1\% = 0,005 \text{ mg de produto comercial}$$

$$Q_{pc} = 0,005 \times 0,350 = 0,0017 \text{ mg de ingrediente ativo}$$

De acordo com a taxa de deposição obtida, verifica-se que é equivalente às aplicações realizadas em pomares como a cultura da videira (BALAN et al., 2006).

Caso a deposição obtida não seja compatível com a deposição de uma aplicação a campo, podem ser realizadas principalmente alterando o volume de calda a ser utilizado, a pressão ou o tipo de atomizador.

Higienização

Uma vez que nos testes toxicológicos são utilizadas diferentes doses e ingredientes ativos de agrotóxicos num mesmo experimento, é fundamental efetuar a higienização e descontaminação do equipamento após a pulverização de cada tratamento. De forma prática, a descontaminação é realizada através da tríplice lavagem do bico de pulverização com água e posterior atomização de uma solução de acetona a 10%. Após a condução do experimento, todo o equipamento deve ser lavado com água e sabão neutro e posteriormente seco com auxílio de papel toalha. É importante ressaltar que esse procedimento deve ser feito com o uso de EPI.

Além da higienização, deve-se atentar para a correta lubrificação das válvulas, através da observação do seu correto funcionamento e ausência de partículas de pó que causarão o seu emperramento.

Considerações Finais

A torre de Potter é um equipamento de grande importância nos estudos toxicológicos na área da fitossanidade. Através dela, existe a possibilidade de determinar doses letais e a eficiência de formulações de produtos fitossanitários de maneira segura, rápida e eficaz. Para que os testes obtenham o êxito planejado, procedimentos corretos de regulagem, calibração e manutenção da torre de Potter são de fundamental importância. As informações contidas neste Comunicado Técnico servem como guia para que os profissionais da área de Entomologia conduzam trabalhos toxicológicos com o equipamento de forma segura e correta.

Referências

- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G. Depósito e perdas de calda em sistema de pulverização com turboatomizador em videira. *Engenharia Agrícola*, v. 26, n. 2, p. 470-477, maio/ago. 2006.
- MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D.; DA SILVA, E. G.; ARTHURS, S. P. Precision micro-spray tower for application of entomopathogens. *BioAssay*, v. 8, n. 1, p. 1-4, 2013.
- NETO E SILVA, O. A. B.; BOTTON, M.; BERNARDI, D.; OMOTO, C. Metodologias para instalação de bioensaios para o monitoramento da resistência de *Bonagota salubricola* e *Grapholita molesta* a inseticidas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, dez. 2013. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 152).
- POTTER, C. A laboratory spraying apparatus and a technique for investigating the action of contact insecticides with some notes on suitable test insects. *Annals of Applied Biology*, v. 28, n. 2, p. 142-169, May 1941. Doi: 10.1111/j.1744-7348.1941.tb07548.x.
- POTTER, C. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray fluids. *Annals of Applied Biology*, v.39, n.1, p.1-28, Mar. 1952. Doi: 10.1111/j.1744-7348.1952.tb00993.x.
- SGANZERLA, V. M. A.; BOTTON, M.; GEBLER, L. Proposta de construção de uma estrutura física aplicada a trabalhos com agrotóxicos em laboratórios de entomologia. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, out. 2011. (Embrapa Uva e Vinho. Circular

Comunicado Técnico, 186

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Cristiane Turchet*
Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem*