

Calibração de pulverizador costal manual e motorizado

Determinar a taxa de aplicação que o conjunto operador e pulverizador realmente entrega (L/ha), ajustá-la à taxa recomendada e converter a dose da bula em produto por tanque. Método do vaso calibrador e método da parcela.

✓ QUANDO EXECUTAR

No início de cada safra e de cada operação; após troca de ponta de pulverização, manutenção ou reparo; a cada mudança de cultura, alvo ou taxa alvo; e **a cada troca de operador**.

✗ NÃO EXECUTAR SE

Houver vazamento no tanque, na mangueira ou nos engates; os êmbolos, as válvulas ou as vedações estiverem desgastados; faltar EPI de manuseio; o operador não conseguir manter ritmo constante de bombeamento e de marcha.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Vaso calibrador

Proveta graduada

Cronômetro

Trena

Estacas

Manômetro

Água limpa

Balde graduado

Planilha e caneta

Calculadora

EPI OBRIGATÓRIO

Luvas nitrílicas

Óculos panorâmicos

Botas de cano alto

Macacão

Avental de PVC

Antes de calibrar · equipamento e ritmo BLOCOS A-B

A VERIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

- 1 Verifique os êmbolos.
↳ ressecados ou danificados comprometem a pressão
- 2 Verifique as válvulas.
↳ gastas ou travadas alteram a vazão
- 3 Verifique as vedações da agulha.
↳ desgastadas, vazam durante a aplicação
- 4 Confirme que a ponta de pulverização é adequada ao alvo e à tarefa.
- 5 Pressurize com água limpa e confirme a ausência de vazamentos no tanque, na mangueira e nos engates.

B FAIXA DE APLICAÇÃO E RITMO DE TRABALHO

- 6 Meça a largura da faixa de aplicação com a lança na altura usual de trabalho.
- 7 Confira a pressão de trabalho com manômetro.
↳ para qualquer uso além do pontual, a pressão tem que ser conferida antes de começar
- 8 Ensaie o ritmo de bombeamento e a velocidade de caminhamento que serão usados na aplicação.
- 9 Repita o ensaio até o ritmo ficar constante e mantenha esse mesmo ritmo na calibração e na aplicação.
↳ costal calibrado a um ritmo e usado em outro perde o sentido da calibração

PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

- Ritmo constante de bombeamento e velocidade constante de marcha são condição absoluta de reprodutibilidade.
- A calibração vale para **aquele** operador. Dois operadores no mesmo equipamento e talhão aplicam taxas bem diferentes sem perceber.
- Pressão conferida com manômetro, não pela sensação da alavanca.
- Recalibre a cada troca de ponta, pressão, cultura, taxa alvo ou operador.

SEGURANÇA

- A principal desvantagem do costal é a **elevada contaminação do aplicador**. O tanque fica encostado no corpo e qualquer vazamento molha as costas do operador.
- Calibre sempre com água limpa, nunca com calda.
- Use EPI de manuseio completo mesmo trabalhando com água.
- Interrompa a operação ao primeiro sinal de vazamento e troque a peça antes de retomar.

Dois métodos de campo BLOCOS C-D · ESCOLHA UM

C MÉTODO DO VASO CALIBRADOR

- 10 Substitua a ponta de pulverização pelo vaso calibrador.
- 11 Consulte no quadro abaixo a distância a percorrer para cobrir 25 m², conforme a largura da faixa medida no passo 6.
↳ a distância é 25 dividido pela largura da faixa
- 12 Percorra essa distância no ritmo ensaiado, coletando a calda no vaso.
- 13 Repita a coleta e use a média das duas leituras.
↳ o vaso calibrador entrega a taxa de aplicação direto em L/ha, sem conta

D MÉTODO DA PARCELA

- 14 Demarque uma parcela de **100 m²** (10 × 10 m) em terreno plano.
- 15 Abasteça o tanque com água limpa até uma marca de referência visível.
- 16 Pulverize a parcela inteira no ritmo ensaiado, sem interromper o bombeamento.
- 17 Complete o tanque até a mesma marca, medindo em proveta o volume gasto.
- 18 Leve o volume gasto e a área ao cálculo 4 do Bloco E.

QUAL MÉTODO USAR

- **Vaso calibrador:** o mais preciso para o costal manual, e o único que entrega L/ha por leitura direta. Exige o vaso.
- **Parcela:** dispensa o vaso, precisa só de trena e proveta. É o método disponível em qualquer propriedade.
- **Fórmula da vazão** (cálculos 1 a 3): serve para projetar a taxa antes de ir a campo e para descobrir em quanto tempo o operador deve vencer o percurso.

ERROS QUE INVALIDAM A COLETA

- Interromper o bombeamento no meio do percurso.
- Acelerar ou reduzir a marcha ao perceber que o volume está saindo diferente do esperado.
- Medir a faixa com a lança em altura diferente da que será usada na aplicação.
- Calibrar com um operador e aplicar com outro.

O OPERADOR É PARTE DO EQUIPAMENTO

- No costal manual, a pressão vem do braço do operador e cai quando ele cansa.
- A fadiga reduz a frequência de acionamento da alavanca e piora a uniformidade de pressão ao longo da jornada.
- Por isso a calibração do costal mede o conjunto operador e máquina, e não a máquina sozinha.

Distância a percorrer para cobrir 25 m² MÉTODO DO VASO CALIBRADOR

LARGURA DA FAIXA (m)	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5
Distância a percorrer (m)	50	35,7	25	20,8	16,7

Para largura de faixa fora do quadro, a distância sai de **d = 25 ÷ largura da faixa**. A faixa deve ser medida com a lança na altura real de trabalho, porque mudar a altura muda a largura e invalida a distância escolhida.

Frequência QUANDO RECALIBRAR

EVENTO	AÇÃO
Início de safra e de cada operação	Calibrar
Troca de ponta de pulverização, manutenção ou reparo	Recalibrar
Mudança de cultura, de alvo ou de taxa alvo	Recalibrar
Troca de operador	Recalibrar, porque o ritmo de bombeamento e de marcha faz parte da calibração
Sinal de vazamento ou queda de pressão na jornada	Interromper, trocar a peça e recalibrar

1 · velocidade → 2 · taxa entregue → 3 · ajuste do ritmo → 4 · método da parcela → 5 · volume alvo → 6 · produto por tanque

Antes de calcular, confira as unidades. Use km/h para velocidade, metros para a faixa de aplicação, L/min para vazão, metro quadrado para a parcela e hectare para a área. Converta mL para litro dividindo por 1000. Uma unidade trocada é a causa mais comum de erro de dose.

1 Velocidade de caminhamento

a que o operador de fato mantém

$$v = \frac{3,6 \times d}{t}$$

v velocidade (km/h) · **d** distância do percurso (m) · **t** tempo médio de três passadas (s) · **3,6** converte m/s em km/h.

EXEMPLO RESOLVIDO

$$d = 10 \text{ m} \cdot t = 15 \text{ s}$$

$$v = (3,6 \times 10) \div 15 = 36 \div 15$$

$$v = 2,4 \text{ km/h}$$

2 Taxa de aplicação entregue

quantos litros de calda saem por hectare

$$Q = \frac{q \times 600}{v \times L}$$

Q taxa de aplicação (L/ha) · **q** vazão da ponta de pulverização (L/min), média de três coletas · **v** velocidade (km/h) · **L** largura da faixa de aplicação (m) · **600** constante que fecha as unidades para L/ha.

EXEMPLO RESOLVIDO · FAIXA DE 1,2 M

$$Q = (0,9 \times 600) \div (2,4 \times 1,2)$$

$$Q = 540 \div 2,88$$

$$Q = 187,5 \text{ L/ha}$$

3 Ajuste do ritmo à taxa alvo

quanto tempo o percurso deve levar

↳ **novo exemplo:** outro pulverizador e outra calibração de referência — não é continuação do cálculo 2.

$$v = \frac{q \times 600}{Q_{\text{alvo}} \times L}$$

$$t = \frac{3,6 \times d}{v}$$

Fixada a taxa desejada, isola-se a velocidade e converte-se de volta em tempo de percurso, que é o que o operador consegue seguir com cronômetro.

EXEMPLO RESOLVIDO · ALVO DE 150 L/HA, q 1,233 L/MIN, FAIXA 1,2 M

$$v = (1,233 \times 600) \div (150 \times 1,2) = 739,8 \div 180 = 4,11 \text{ km/h}$$

$$t = (3,6 \times 10) \div 4,11$$

$$t = 8,76 \text{ s para vencer os 10 m}$$

No pulverizador de barra o ajuste ao alvo se faz na pressão ou na velocidade do trator. No costal, a variável que sobra é o passo do operador, e por isso o resultado útil não é a velocidade em km/h, mas o **tempo do percurso marcado**. Cronometrar 10 m é instrução que se executa. Caminhar a 4,11 km/h não é.

4 Método da parcela

a taxa a partir do volume gasto numa área conhecida

$$Q = \frac{\text{Vol} \times 10.000}{A}$$

Vol volume gasto na parcela (L) · **A** área da parcela (m²) · **10.000** metros quadrados de um hectare.

EXEMPLO RESOLVIDO · PARCELA DE 10 × 10 M

$$A = 10 \times 10 = 100 \text{ m}^2 \cdot \text{Vol} = 2,0 \text{ L}$$

$$Q = (2,0 \times 10.000) \div 100 = 20.000 \div 100$$

$$Q = 200 \text{ L/ha}$$

5 Volume a gastar numa parcela
o teste visual do ritmo, antes do talhão

$$Vol = \frac{Q_{alvo} \times A}{10.000}$$

Serve para conferir o ritmo numa área pequena e demarcada: se o volume gasto bater com o calculado, o ritmo está correto para a taxa alvo.

EXEMPLO RESOLVIDO · QUADRADO DE 8 × 8 M, ALVO DE 150 L/HA

$$A = 8 \times 8 = 64 \text{ m}^2$$

$$Vol = (150 \times 64) \div 10.000 = 9.600 \div 10.000$$

$$Vol = 0,96 \text{ L, ou } 960 \text{ mL}$$

6 Produto por tanque de costal
onde a dose da bula vira mililitro

$$A_t = \frac{V_{tanque}}{Q}$$

$$P_t = D \times A_t$$

A_t área por tanque (ha) · V_{tanque} capacidade útil do tanque (L) · Q taxa calibrada (L/ha) · D dose da bula (L/ha).

EXEMPLO · TANQUE DE 20 L, Q 150 L/HA, DOSE 2,0 L/HA (ILUSTRATIVOS)

$$A_t = 20 \div 150 = 0,1333 \text{ ha, ou } 1.333 \text{ m}^2$$

$$P_t = 2,0 \times 0,1333 = 0,267 \text{ L} = 267 \text{ mL}$$

$$\text{tanques por hectare} = 1 \div 0,1333 = 7,5 \text{ tanques}$$

$$267 \text{ mL por tanque} \cdot 7,5 \text{ tanques por hectare}$$

Repare na ordem de grandeza. O tanque de costal cobre pouco mais de mil metros quadrados, e a dose vira **mililitro**, não litro. Medir 267 mL com copo de cozinha, “no olho”, produz erro de dose que no pulverizador de barra seria impensável. Proveta ou seringa graduada, sempre.

Registro da operação EVIDÊNCIA DA CALIBRAÇÃO

DATA	OPERADOR	PULVERIZADOR	PONTA	PRESSÃO (BAR)	FAIXA L (M)	MÉTODO	v (KM/H) OU t (S)	Q (L/HA)	ALVO (L/HA)	PROD./TANQUE	ASSIN. RT
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Referências normativas

NR-31 · segurança no trabalho rural

ABNT NBR ISO 16122 · inspeção de pulverizadores

Lei 14.785/2023 · Art. 43 (instruções de utilização)

ASABE S572.1 · classificação do espectro de gotas de pontas de pulverização

ASABE S572.3 · classificação do espectro de gotas de pontas de pulverização (rev.)

ISO 25358 · classificação do espectro de gotas e leitura de catálogo de ponta

Bula do produto e catálogo da ponta de pulverização



Aula 10 · material de apoio

Autoria. Prof. Dr. Anísio da Silva Nunes, Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Campus de Tangará da Serra. Material didático da disciplina Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. © 2026. **Uso.** Licenciado sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0): a cópia, a adaptação e o uso em ensino e extensão são livres, desde que citada a autoria e mantida a mesma licença. **A exploração comercial, a venda e a revenda deste documento, isolado ou integrado a outro material, não estão autorizadas.**