

Calibração de pulverizador de barra (terrestre)

Determinar a taxa de aplicação que o pulverizador realmente entrega (L/ha), ajustá-la à taxa recomendada e calcular a quantidade de produto por tanque e para o talhão. Método da vazão.

✓ QUANDO EXECUTAR

No início de cada safra e de cada operação; após troca de pontas de pulverização, manutenção ou reparo; a cada mudança de cultura, alvo ou taxa alvo; sempre que a aplicação apresentar falhas ou excesso.

✗ NÃO EXECUTAR SE

Houver vazamento em mangueiras ou engates; a barra estiver empenada ou danificada; o manômetro não estiver aferido; faltar EPI de manuseio ou o local não for seguro.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Proveta graduada Cronômetro Trena de 50 m
Estacas Manômetro aferido Água limpa
Recipiente coletor Planilha e caneta Calculadora

EPI OBRIGATÓRIO

Luvas nitrílicas Óculos panorâmicos Botas de cano alto
Macacão / avental

Procedimento de medição BLOCOS A-D

A PREPARAÇÃO DO EQUIPAMENTO

- 1 Abasteça o tanque com água limpa até cerca de metade da capacidade.
↳ o peso próximo ao de trabalho aproxima a velocidade real de campo
- 2 Verifique a ausência de vazamentos em mangueiras, engates e porta-pontas.
- 3 Limpe as pontas de pulverização e os filtros; substitua o que estiver obstruído ou desgastado.
- 4 Ligue o sistema e fixe a pressão de trabalho no manômetro; mantenha-a constante até o fim.

B ESPAÇAMENTO ENTRE PONTAS (e)

- 5 Meça com a trena a distância entre duas pontas de pulverização vizinhas, em metros. Anote como **e**.
↳ e define a largura da faixa que cada ponta cobre

C VELOCIDADE REAL (v)

- 6 Marque no terreno um percurso de 50 m com duas estacas.
- 7 Com o tanque pela metade, acelere antes da primeira estaca para estabilizar marcha e rotação.
- 8 Cronometre o tempo (s) para vencer os 50 m. Repita 3 vezes e use a média.
↳ o cálculo da velocidade está no Bloco E, cálculo 1

D VAZÃO DAS PONTAS (q)

- 9 Na pressão de trabalho, colete a água de cada ponta de pulverização por 1 minuto em proveta. Anote a vazão (L/min) de cada uma.
- 10 Leve as vazões ao Bloco E (cálculo 2) para média e uniformidade; substitua a ponta com desvio maior que 10%.

PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

- Pressão constante da primeira à última ponta de pulverização.
- Velocidade medida no terreno, tanque pela metade, na marcha de trabalho.
- Nenhuma ponta acima de 10% de desvio da média.
- Recalibre a cada troca de ponta, pressão, velocidade, cultura ou taxa.

SEGURANÇA

- Calibre sempre com água limpa, nunca com calda.
- Trajeto de teste livre de pessoas; a tomada de potência gira com partes móveis expostas.
- Use EPI de manuseio mesmo trabalhando com água.

REGULAGEM × CALIBRAÇÃO

- Regulagem é o ajuste da máquina (pressão, ponta, velocidade, altura de barra).
- Calibração é a verificação empírica da taxa que a máquina de fato entrega.
- Este POP calibra; o ajuste ao alvo do cálculo 4 é regulagem.

1 · velocidade → 2 · vazão e uniformidade → 3 · taxa Q → 4 · ajuste ao alvo → 5 · produto por tanque
→ 6 · tanques e total

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

1 Velocidade real de deslocamento

a que o velocímetro quase nunca mostra

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

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

EXEMPLO RESOLVIDO

$$d = 50 \text{ m} \cdot t = 30 \text{ s}$$

$$v = (3,6 \times 50) \div 30 = 180 \div 30$$

$$v = 6,0 \text{ km/h}$$

2 Vazão média e uniformidade

uma ponta fora de faixa estraga a barra toda

$$\bar{q} = (q_1 + \dots + q_n) \div n$$

q̄ vazão média (L/min) · **n** número de pontas coletadas. Desvio de cada ponta: $(q_i - \bar{q}) \div \bar{q} \times 100$. Substitua toda ponta com desvio maior que **±10%** e refaça a coleta.

PONTA	1	2	3	4	5	6
L/min	0,78	0,80	0,82	0,79	0,81	0,80
Desvio	-2,5%	0%	+2,5%	-1,3%	+1,3%	0%

RESULTADO

$$\bar{q} = 4,80 \div 6$$

$$\bar{q} = 0,80 \text{ L/min} \cdot \text{todas aprovadas}$$

3 Taxa de aplicação entregue (Q)

quantos litros de calda saem por hectare

$$Q = \frac{600 \times \bar{q}}{v \times e}$$

Q taxa de aplicação (L/ha) · **q̄** vazão média (L/min) · **v** velocidade (km/h) · **e** espaçamento entre pontas (m) · **600** constante que fecha as unidades para L/ha

EXEMPLO RESOLVIDO

$$Q = (600 \times 0,80) \div (6,0 \times 0,50)$$

$$Q = 480 \div 3,0$$

$$Q = 160 \text{ L/ha}$$

4 Ajuste ao alvo

quando Q difere da taxa recomendada

$$v_2 = v \times (Q \div \text{alvo})$$

$$P_2 = P \times (\text{alvo} \div Q)^2$$

Taxa recomendada do exemplo: **150 L/ha**. O Q entregue deu 160 L/ha (6,7% acima). Corrija **uma variável por vez**: velocidade é linear, pressão entra na raiz e por isso responde ao quadrado.

DUAS SAÍDAS · PRESSÃO INICIAL ILUSTRATIVA DE 3,0 BAR

$$\text{Por velocidade: } 6,0 \times (160 \div 150) = 6,4 \text{ km/h}$$

$$\text{Por pressão: } 3,0 \times (150 \div 160)^2 = 2,64 \text{ bar}$$

Recalcule Q e feche dentro de ±5% do alvo

5 Área pulverizada por tanque
quantos hectares cada tanque cobre

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

A_t área por tanque (ha) · V_{tanque} capacidade do tanque (L) · Q taxa de aplicação ajustada (L/ha)

EXEMPLO · TANQUE DE 2000 L (ILUSTRATIVO)

$$A_t = 2000 \div 150$$

$$A_t = 13,33 \text{ ha por tanque}$$

6 Produto por tanque
onde mora o erro de dose no campo

$$P_t = D \times A_t$$

P_t produto por tanque (L ou kg) · D dose da bula (L/ha ou kg/ha) · A_t área por tanque (ha). A dose sai da bula do produto, nunca do hábito. **Não arredonde antes da hora:** leve 13,33 ha para a conta seguinte. Usar 13,3 desloca o produto por tanque e o erro se acumula tanque a tanque.

EXEMPLO · DOSE ILUSTRATIVA DE 2,0 L/HA

$$P_t = 2,0 \times 13,33$$

$$P_t = 26,7 \text{ L por tanque}$$

7 Tanques e produto para o talhão inteiro
fechando o planejamento da operação

$$n^{\circ} \text{ tanques} = A_{\text{total}} \div A_t \quad \cdot \quad P_{\text{total}} = D \times A_{\text{total}}$$

A_{total} área do talhão (ha). Calda total = $Q \times A_{\text{total}}$

EXEMPLO · TALHÃO DE 40 HA (ILUSTRATIVO)

$$n^{\circ} \text{ tanques} = 40 \div 13,33 = 3,0 \text{ tanques}$$

$$P_{\text{total}} = 2,0 \times 40 = 80 \text{ L de produto}$$

$$\text{calda total} = 150 \times 40 = 6000 \text{ L}$$

Confira: 3 tanques $\times$ 2000 L = 6000 L de calda. Fecha.

Se der errado: taxa entregue acima do alvo faz o tanque render **menos** hectares e o talhão pedir mais tanques; taxa abaixo do alvo espalha a mesma dose por área maior e subdosa. Feche o cálculo 4 antes de dosar.

Registro da operação EVIDÊNCIA DA CALIBRAÇÃO

DATA	OPERADOR	TRATOR / PULVERIZADOR	PONTA	PRESSÃO (BAR)	e (M)	v (KM/H)	q̇ (L/MIN)	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

ISO 5682 · equipamentos de pulverização

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 de 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.**