



SEIS PASOS PARA CALIBRAR Y OPTIMIZAR LOS ROCIADORES DE AIRE PARA HUERTOS Y VIÑEDOS

PNW PEER
REVIEWED

PNW749S



PACIFIC NORTHWEST
EXTENSION PUBLISHING

WASHINGTON • IDAHO • OREGON

Seis pasos para calibrar y optimizar los rociadores de aire para huertos y viñedos

Por

Gwen-Alyn Hoheisel, especialista regional de extensión en Tree Fruit, Grape & Berry, Agriculture & Natural Resources, Universidad estatal de Washington; **Lav R. Khot**, profesor asociado, Center for Precision Agriculture & Automated Systems, Biological Systems Engineering, Universidad estatal de Washington; **Michelle M. Moyer**, especialista en viticultura de extensión, Department of Horticulture, Irrigated Agriculture Research & Extension Center, Universidad estatal de Washington; **Steve Castagnoli**, director, Mid-Columbia Agricultural Research & Extension Center, Universidad Estatal de Oregón

Resumen

El objetivo de todas las aplicaciones de pesticidas debería ser *que cada cultivo reciba cada una de las gotas*. La calibración garantiza que se aplique la proporción adecuada del producto a través del rociador, mientras que la optimización garantiza que el producto se entregue al objetivo previsto. La calibración y optimización del rociador son fundamentales para la sostenibilidad, dado que afectan al medio ambiente, a los trabajadores agrícolas y al impacto económico a través de la calidad de la fruta y los costos de pesticidas. En seis pasos, esta publicación explica cómo medir la velocidad del terreno y la salida de la boquilla, comprobar y ajustar el flujo de aire y la alineación de la boquilla, y a verificar la cobertura para un rociador de aire. Se describen métodos para finalizar manualmente los pasos, y se incluyen fórmulas y sugerencias simplificadas para herramientas que pueden agilizar el proceso.

Introducción

El propósito de esta publicación es proporcionar una forma eficiente y económica de calibrar y optimizar los rociadores de aire. La calibración determina el volumen o la cantidad de agua rociada por acre. La optimización incluye una serie de ajustes que se realizan en el rociador que maximizan el rocío depositado en el objetivo previsto (p. ej., cubierta o fruta) y minimizan la pérdida de rocío para derivar y depositar en el terreno. Esta publicación supone que se han realizado las tareas de mantenimiento adecuadas y que el rociador funciona correctamente, y no habla acerca del mantenimiento de rutina del equipo, si bien es fundamental para garantizar que las partes mecánicas del rociador (p. ej., manómetros, boquillas, bombas) funcionen correctamente.

Para todas las aplicaciones de pesticidas, el objetivo debería ser que *cada cultivo reciba cada una de las gotas*. La optimización de las aplicaciones

de rocío requiere una inversión inicial de tiempo, pero logrará una mejor cobertura, mejor control de plagas y menor pérdida de cultivos. Las aplicaciones de pesticidas son una de las operaciones más frecuentes llevadas a cabo en un huerto o viñedo, y el costo de un rociador individual puede variar de \$40/acre a \$150/acre, según el agroquímico (Gallardo et al. 2009; Pope et al. 2016). El rocío que no llega al objetivo (p. ej., hojas o frutas) puede provocar una derivación y tener efectos ambientales adversos, aumentar los riesgos para los trabajadores agrícolas y significar una costosa pérdida del producto (Derksen et al. 2007; Vercruyssen et al. 1999; Fenske et al. 2009). Aumentar la eficiencia del rocío o reducir el desperdicio por derivación puede mejorar las ganancias. Esta publicación describe seis pasos para que apliquen los responsables de la aplicación. Estos pasos combinan los conceptos de la calibración y optimización, tal como se pudo ver en muchas otras publicaciones. Nuestros métodos proporcionan un enfoque optimizado para lograr rápidamente una salida del rociador optimizada y aumentar la eficiencia de la aplicación de los rociadores.

Paso 1: Medir la velocidad en el terreno del tractor

La velocidad en el terreno puede afectar muchos aspectos de la aplicación de rocío, incluida la cobertura. Tener medidas precisas de la velocidad en el terreno es importante porque es un factor primario en los cálculos de calibración. Los velocímetros de los tractores agrícolas son notablemente poco confiables para la calibración de los rociadores. Más recientemente, los productores han dependido de los controladores de tasas para registrar la velocidad. Se debe controlar la velocidad de los rociadores con y sin controladores de tasas todos los años. Si el controlador de tasa muestra una velocidad diferente de la velocidad medida, necesita determinar si es una configuración del controlador de tasa o un problema con el sensor (es decir, receptor del GPS [sistema de posicionamiento global] o sensor de rueda).

Un controlador de tasa con una unidad de GPS debe tener el receptor montado horizontalmente orientado al cielo, mientras que aquellos con sensores de ruedas deben tener el radio del neumático y la presión correctos en la computadora para una detección precisa.

Dado que el terreno influye en la velocidad, siempre controle la velocidad de viaje en el campo real en oposición a una ruta de grava. Al realizar una prueba de velocidad, es importante que se cumplan estas condiciones:

1. El tanque del rociador debe estar lleno hasta la mitad.
2. Use el mismo engranaje del tractor y la velocidad del motor (RPM) que se usará también para el rociado.
3. La toma de fuerza (power take-off, PTO) debe estar activa.
4. El ventilador debe estar encendido.
5. La superficie del terreno debe ser común a las condiciones del huerto o viñedo.
6. Ejecute el curso en ambas direcciones para minimizar las variaciones en el terreno.

Método 1: Comprobación manual

1. En el huerto o viñedo, marque una ruta de al menos 75 pies de largo con dos estacas de marcación (Figura 1). Se pueden usar otras distancias de ruta también. Si el terreno del huerto o viñedo es variable, use rutas más largas o varias rutas en el terreno representativo para aumentar la precisión general. Si se cronometran varias rutas, simplemente tome el promedio de todos los tiempos y, luego, calcule las millas por hora tal como se muestra en la ecuación a continuación.
2. Con un cronómetro, registre el tiempo que se requiere para que el neumático frontal del tractor pase de una estaca a la siguiente en una combinación de engranaje y velocidad del motor (RPM) seleccionada con PTO y ventilador encendidos.
3. Use la siguiente fórmula para calcular la velocidad:

$$MPH = \frac{\text{Distancia del viaje (pies)} \times 60}{\text{Tiempo (seg)} \times 88}$$

Ejemplo:

Se requieren 27 segundos para recorrer un curso de 88 pies.

$$MPH = \frac{88 \text{ pies} \times 60}{27 \text{ seg} \times 88} = \frac{60}{27} = 2.2 \text{ mph}$$

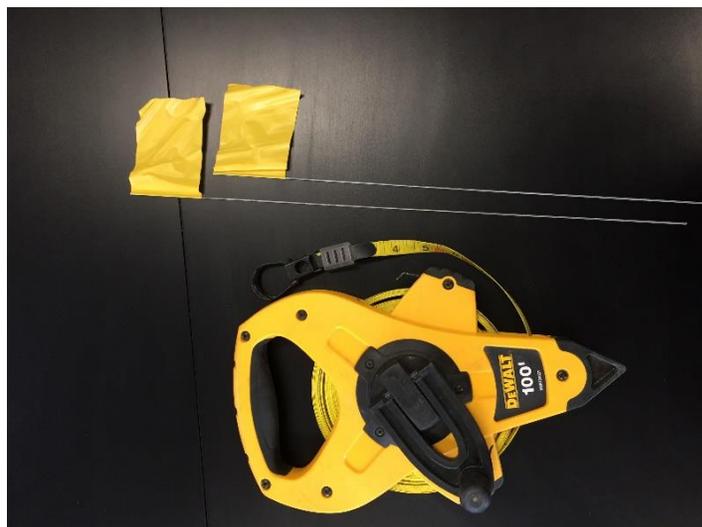


Figura 1. Cinta métrica y estacas de marcación usadas para medir y marca el curso de conducción. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

Método 2: Usar una herramienta

La tecnología de GPS está disponible en muchos dispositivos electrónicos comunes y puede proporcionar una evaluación precisa de la velocidad. Las opciones incluyen comprar un receptor de GPS de un fabricante de rociadores locales, usar un dispositivo para caminar o pasear en bicicleta con GPS o una aplicación de teléfono inteligente (Figura 2). Si bien el costo de todos varía, los dispositivos de alta calidad suelen tener mejor recepción de GPS y, por lo tanto, mejor precisión posicional. Para estimar mejor la velocidad del viaje, se requieren estas mediciones precisas en el cambio de posición. Muchas de estas herramientas tienen una opción para crear un mapa de la ruta y las hileras rociadas.

Los pasos para medir la velocidad son:

1. En un viñedo o huerto, encienda la unidad receptora de GPS o abra la aplicación del teléfono inteligente.
2. Seleccione un engranaje y velocidad del motor (RPM) deseados con PTO y ventilador encendidos.
3. Conduzca por una hilera durante 20 a 30 segundos y observe la velocidad del viaje.
4. De ser necesario, cambie las combinaciones de engranaje o aceleración para obtener la velocidad deseada, siempre dejando entre 20 y 30 segundos para obtener una lectura estable en la unidad receptora de GPS.



Figura 2. Opciones para medir electrónicamente la velocidad. Aplicación de iPhone Map My Ride (izquierda) GPS de TeeJet (medio) y GPS para bicicleta de eTrex (derecha).

Paso 2: Ajustar la dirección del aire y del rocío

El aire del tomacorriente de aire transporta las gotas de rocío; *dondequiera que vaya aire, siguen las gotas*. Por lo tanto, es fundamental direccionar el aire a la cubierta. Las opciones para ajustar la dirección del aire pueden ser limitadas, pero al ajustar la orientación de la boquilla o apagar boquillas individuales, puede controlar dónde ingresa rocío en el aire. El uso de cinta para marcación es una forma rápida y económica para ver la dirección del flujo de aire (Deveau, 2015). La sección a continuación, Determinación de la dirección del aire, describe los métodos para determinar la dirección del aire y debe realizarse para *cada* forma de cubierta significativamente diferente, ya sea que sea consecuencia de un bloque de viñedo o huerto diferente o consecuencia de cambiar la cubierta a medida que avanza la estación.

Determinación de la dirección del aire

1. Coloque el rociador en la hilera.
2. Coloque un fragmento de dos pies de cinta de marcación a los cuerpos de las boquillas y en los extremos de los deflectores (si corresponde). La marcación también puede colocarse en el extremo de una vara para mejorar la visualización (Figura 3).
3. Con las boquillas de rociador apagadas, encienda el rociador, active la PTO del tractor y encienda el ventilador, y luego ajuste la RPM usada para rociado. Tenga en cuenta que, si se usa el rociador a motor, no hay PTO para activar.
4. Observe la orientación de la cinta para marcación a medida que el aire del rociador se extiende de la marcación. Para garantizar que el rocío esté direccionado a la cubierta, use solamente boquillas que tengan marcación orientada directamente a la cubierta y aquellos ligeramente sobre la parte superior y debajo de la parte inferior de la cubierta. Las boquillas orientadas muy por encima o por debajo de la cubierta deben

apagarse. Además, los ajustes en los deflectores superiores e inferiores (si corresponde) pueden hacerse para dirigir el aire (marcación) a la cubierta.

5. Encienda las boquillas de los rociadores (agua solamente) y observe adónde se dirige el rocío. Con seguridad, ajuste la orientación de la boquilla (cuando sea posible) para la distribución del rocío que desee en la cubierta. Las boquillas que rocían demasiado lejos por encima o por debajo de la cubierta deben cerrarse o apagarse.
6. Registre las boquillas que se usan para cada plantación o bloque, su orientación y la orientación de los deflectores.



Figura 3. Marcación anexa a los cuerpos de las boquillas y a una vara para ver el flujo de aire. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

Nota sobre los deflectores

La rotación de cualquier ventilador en los rociadores con ventiladores axiales, ya sea en un rociador de aire estándar o un rociador de torre con varios ventiladores, provoca una diferencia en el patrón de aire a la derecha frente a la izquierda de ese ventilador. A medida que un ventilador gire en sentido horario, se empuja aire hacia abajo a la derecha que sube por la izquierda. Este patrón se invierte para los ventiladores que giran en sentido antihorario. Algunos rociadores tienen "enderezadores de aire" montados en frente del ventilador (si se observa desde el frente del rociador) o deflectores (Figura 4) que se montan en la parte superior e inferior del cuerpo del rociador. Ambos pueden ayudar a nivelar el flujo de aire entre los dos lados. Muchos rociadores de aire pueden tener un deflector muy corto en relación con el volumen de aire o posiblemente no tengan un deflector en absoluto. A veces, los deflectores superiores se quitan porque golpean las frutas, pero en cubiertas modernas, más estrechas y con espalderas, son útiles y no interfieren con la cubierta.



Figura 4. Deflectores más largos ayudan a guiar el aire para nivelarlo en ambos lados. Los deflectores con frecuencia tienen una configuración incorrecta y usan posiciones similares a la derecha e izquierda. Si el ventilador gira en sentido horario, el brazo derecho del deflector (si se observa desde la parte posterior del rociador) debe estar más vertical dado que ya se empuja aire hacia abajo, mientras que el lado izquierdo debe estar más horizontal al terreno para adaptarse al aire que el ventilador empuja hacia arriba. Fotografía de Steve Castagnoli, OSU.

Paso 3: Relacionar el volumen de aire con la cubierta

El volumen de aire proveniente del rociador de aire debe reemplazar de manera suficiente el volumen de aire en una cubierta. El rocío debe penetrar la cubierta, pero no viajar más allá del otro lado. Muchos factores, como el viento, la densidad de la cubierta y la velocidad del tractor, afectará el volumen de aire desplazado por el rociador. En el futuro, posiblemente haya un método

automatizado para ajustar el volumen de aire en tiempo real (Khot et al. 2012) mientras cambian las condiciones de la cubierta. No obstante, todavía se pueden realizar mejoras significativas con ajustes manuales algunas veces en una estación a medida que se desarrolla la cubierta, según se describe a continuación. Las instrucciones a continuación para determinar el volumen de aire pueden seguirse, medirse y registrarse durante toda la estación por dos a tres años a medida que se desarrolla la cubierta; estos datos pueden consultarse más tarde en los próximos años.

Determinación del volumen de aire

1. Coloque cinta de marcación en ramas o tallos situados en la parte superior, media o inferior del lado alejado de la cubierta desde donde el rociador viajará (Figura 5).
2. Procure que una persona esté parada en el extremo de la hilera para que observe la marcación mientras impulsa el rociador con la configuración establecida en los pasos anteriores de comprobar la velocidad en el terreno y la dirección del aire.



Figura 5. Colocar cinta de marcación en el lado opuesto de la cubierta ofrece una evaluación rápida de volumen de aire adecuado a la densidad de la cubierta. Observe el rociador verde a la izquierda de los árboles y la marcación azul en el lado opuesto indicado por la flecha roja. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

3. El objetivo es tener las cintas en el exterior de la cubierta desde donde el rociador pasa para aletear ligeramente. Ajuste el rociador correspondientemente de la siguiente manera para obtener mejores resultados (Deveau, 2015):

- Si las cintas soplan en forma recta, se entrega demasiada cantidad de aire, que es muy común temprano en esta estación. Las soluciones adecuadas dependen de las características del rociador, pero algunas posibilidades incluyen reducir el engranaje del ventilador de alto a baja para desacelerar la velocidad del ventilador, cambiar por un ventilador de diámetro más pequeño o aspas del ventilador con menos inclinación, conducir más rápido o cambiar la configuración del tractor a "subir engranaje y reducir la aceleración" (ver la nota en la barra lateral sobre Reducir el volumen de aire).
- Si las cintas no se mueven, hay muy poco aire. Una vez más, las soluciones dependen de las características del rociador, pero algunas posibilidades incluyen conducir más lento, aumentar la velocidad del motor al cambiar por un engranaje más alto del ventilador o instalar un ventilador con un diámetro más grande.

Nota sobre Reducir el volumen de aire

Reducir el engranaje del ventilador

Algunos rociadores tienen un engranaje para ajustar la velocidad del ventilador. Reducir la velocidad del ventilador a baja es fácil y creará un menor volumen de aire. Algunos rociadores pueden tener una velocidad fija del ventilador, pero podría tener la opción de instalar un ventilador más pequeño o cambiar la inclinación de las aspas.

Engranaje arriba, aceleración abajo

Este es un método mediante el cual se coloca al tractor en un engranaje más alto para mantener la velocidad del viaje, pero se reduce la aceleración al mismo tiempo (es decir, desacelerar la PTO) para reducir las RPM del ventilador. Una reducción en las RPM implica que el ventilador gire más lento y, por lo tanto, produzca menos volumen de aire. Este método es bueno para el terreno plano, pero puede ser un problema en colinas en las que el tractor posiblemente no tenga suficiente potencia para subirla y mantener la velocidad del viaje. Además, si el rociador usa una bomba centrífuga, la presión se reducirá, y generará menos GPM por boquilla y la necesidad de volver a calibrar. Esto no es necesario si el rociador tiene una bomba de diafragma o pistón, dado que la presión permanecerá constante. Esto debe comprobarse en una ejecución de prueba antes del rociado. Para obtener más información, consulte [Sprayers 101](#) (Deveau 2018).

Paso 4: Seleccionar puntas de boquillas: calcular y registrar la salida prevista de la boquilla

Ahora que el aire del ventilador y el patrón de rociado reflejan el tamaño y la forma de la cubierta (Pasos 2 y 3), el siguiente paso es seleccionar boquillas para una salida deseada. La selección de las boquillas está basada en dos mediciones estándar: galones por acre (GPA), que describe la salida del rociador, y galón por minuto (GPM), que determina la salida de la boquilla. Una vez confirmadas estas mediciones, use la tabla de boquillas de un fabricante para elegir la boquilla adecuada. Todas las boquillas se clasifican para entregar un GPM específico a una presión de funcionamiento determinada (medida en libras por pulgada cuadrada, o PSI). La medición de GPA está determinada por la velocidad en el terreno, el ancho de la hilera, la selección de la boquilla y la presión de funcionamiento. La salida deseada del rociador (p. ej., 100 GPA) se logra cuando combina la velocidad, presión y salida de la boquilla. Para hacerlo, deberá conocer la presión de funcionamiento en PSI y el GPA deseado. Hay dos métodos que pueden usarse para calcular la salida de la boquilla.

Método 1: Cálculo manual

1. Use la fórmula a continuación para calcular los galones por minuto por lado (GPMS).

$$\text{GPMS} = \frac{\text{GPA} \times \text{mph} \times \text{ancho de hilera (pies)}}{990}$$
2. Si la salida prevista de cada boquilla a un lado es la misma, divida el GPMS por la cantidad de boquillas a un lado (es decir, GPMS - cantidad de boquillas por lado = salida por boquilla). Si la salida es diferente para cada ubicación de boquilla, la salida total de todas las boquillas debe agregarse al GPMS.
3. La salida de cada boquilla debe ser proporcional a la densidad de la cubierta a la que se dirige la boquilla. Por ejemplo, un árbol de fresas en florero abierto grande posiblemente necesite dos tercios del volumen proveniente de los dos tercios superiores de las boquillas, mientras que el resto del volumen proviene del tercio inferior de las boquillas. Si hay nueve boquillas abiertas con un GPMS deseado de 4,5, las seis boquillas superiores deberían entregar dos tercios del rocío ($0,66 \times 4,5 \text{ GPMS} = 2,97 \text{ GPM}$; $2,97 \text{ GPM} - 6 \text{ boquillas} = 0,495 \text{ GPM}$ para cada boquilla). Las tres boquillas restantes deben entregar 1,53 GPM o 0,51 GPM para cada boquilla. Se pueden realizar ajustes en el volumen por boquilla

después del Paso 6 cuando se analice la cobertura del rocío.

4. Para seleccionar boquillas con la salida deseada en GPM para cada boquilla, use un catálogo de boquillas para buscar una salida de boquilla que se asemeje a la salida calculada (Figura 6). En general, las boquillas con un patrón de rocío de cono hueco se usan para rociar la cubierta de cultivos de frutas. Hay disponibles varias opciones de boquillas y materiales. (Consulte *Common Interchangeable Nozzles for Perennial Crop Canopy Sprayers* [McCoy et al. 2020], que describe en detalle las diferentes boquillas y materiales). La cerámica siempre se prefiere sobre otros materiales, dado que se desgasta menos y tiene una diferencia insignificante en el costo. Si compra series de boquillas, asegúrese de comprar discos y núcleos del mismo material. Para asistir en los cálculos y

registrar la salida de la boquilla, consulte la Hoja de trabajo 1 (en el Apéndice).

Método 2: Usar una aplicación o software

Las aplicaciones de teléfonos inteligentes (p. ej., VineTech, Orchard Max), el software de Internet (p. ej., Turbomist Program) y muchas compañías consultoras calcularán la salida total prevista de cada una de las boquillas y sugerirán la combinación adecuada de disco y núcleo. Algunos de los programas de software también incluyen las formas diferentes de cubierta y ajustan la salida de la boquilla en función de la densidad de la cubierta, tal como se describe en el Método 1. Estas alternativas minimizan los cálculos manuales y permiten realizar ajustes rápidos.

Independientemente del método utilizado, la salida deseada por boquilla y núcleo de disco debe registrarse.

Ensamblaje típico con disco y núcleo de cerámica



*Use la junta CP20229-NY cuando no se use el filtro ranurado de nylon 4514-NY.

Consejos de rocío de tipo de cono hueco

		GPM									
		10 PSI	20 PSI	30 PSI	40 PSI	60 PSI	80 PSI	100 PSI	150 PSI	200 PSI	300 PSI
		10 PSI	20 PSI	30 PSI	40 PSI	60 PSI	80 PSI	100 PSI	150 PSI	200 PSI	300 PSI
D1	DC13	0.031*	—	—	0.059	0.068	0.078	0.088	0.097	0.115	128
D1.5	DC13	0.036*	—	—	0.057	0.067	0.075	0.088	0.110	127	142
D2	DC13	0.041*	—	—	0.064	0.075	0.08	0.10	0.11	0.12	0.16
D3	DC13	0.047*	—	—	0.071	0.08	0.09	0.11	0.12	0.13	0.16
D4	DC13	0.063*	0.070	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.17	0.20	0.23
D1	DC23	0.031*	—	—	0.064	0.072	0.080	0.096	0.107	124	139
D1.5	DC23	0.036*	—	—	0.064	0.076	0.086	0.103	0.117	130	155
D2	DC23	0.041*	—	—	0.078	0.092	0.10	0.13	0.14	0.16	0.19
D3	DC23	0.047*	0.065	0.087	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.24
D4	DC23	0.063*	0.082	0.113	0.14	0.15	0.19	0.21	0.23	0.28	0.32
D5	DC23	0.078*	0.095	0.13	0.16	0.18	0.22	0.25	0.28	0.34	0.38
D6	DC23	0.094*	0.112	0.15	0.19	0.21	0.26	0.29	0.32	0.39	0.45
D1	DC25	0.031*	—	—	0.088	0.101	0.122	0.138	0.156	185	210
D1.5	DC25	0.036*	—	—	0.118	0.135	0.162	0.185	0.205	145	280
D2	DC25	0.041*	—	—	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22	0.25	0.29
D3	DC25	0.047*	0.061	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22
D4	DC25	0.063*	0.15	0.21	0.25	0.29	0.35	0.40	0.45	0.54	0.62
D5	DC25	0.078*	0.18	0.25	0.30	0.35	0.42	0.48	0.54	0.65	0.75
D6	DC25	0.094*	0.23	0.32	0.39	0.44	0.54	0.62	0.70	35	9.7
D7	DC25	0.109*	0.26	0.37	0.45	0.52	0.63	0.73	0.81	0.98	1.18
D8	DC25	0.125*	0.31	0.43	0.53	0.61	0.75	0.89	0.97	1.19	1.36
D10	DC25	0.156*	0.38	0.54	0.65	0.76	0.93	1.07	1.21	1.48	1.71
D12	DC25	0.188*	0.46	0.61	0.80	0.93	1.15	1.32	1.47	1.81	2.09
D14	DC25	0.219*	0.51	0.72	0.88	1.03	1.26	1.47	1.65	2.02	2.34
D1	DC45	0.031*	—	—	0.125	0.148	0.170	0.190	0.225	0.257	0.310
D1.5	DC45	0.036*	—	—	0.14	0.16	0.20	0.23	0.25	31	35
D2	DC45	0.041*	—	—	0.14	0.18	0.20	0.25	0.28	38	44
D3	DC45	0.047*	—	—	0.17	0.20	0.23	0.28	33	36	44
D4	DC45	0.063*	0.18	25	31	36	43	50	56	68	78
D5	DC45	0.078*	0.23	32	39	45	55	64	71	86	99
D6	DC45	0.094*	0.29	0.41	0.50	0.58	0.72	0.83	0.93	1.15	1.33
D7	DC45	0.109*	0.33	0.48	0.59	0.68	34	0.97	1.11	1.35	1.57
D8	DC45	0.125*	0.41	0.59	0.72	0.84	1.04	1.21	1.35	1.68	1.94
D10	DC45	0.156*	0.54	0.77	0.94	1.10	1.35	1.57	1.77	2.18	2.50
D12	DC45	0.188*	0.67	0.95	1.17	1.36	1.68	1.95	2.20	2.69	3.11
D14	DC45	0.218*	0.75	1.07	1.32	1.53	1.89	2.19	2.45	3.00	3.49
D16	DC45	0.250*	0.86	1.25	1.54	1.79	2.20	2.57	2.89	3.54	4.11
D1	DC46	0.031*	—	—	0.145	0.178	0.205	0.23	0.28	0.32	0.39
D1.5	DC46	0.036*	—	—	0.213	0.260	0.300	0.33	0.41	0.46	0.56
D2	DC46	0.041*	—	—	0.24	0.27	0.33	0.37	0.42	0.50	0.57
D3	DC46	0.047*	—	—	0.23	0.28	0.32	0.39	0.45	0.51	0.61
D4	DC46	0.063*	0.28	0.39	0.48	0.56	0.68	0.78	0.88	1.07	1.23
D5	DC46	0.078*	0.38	0.54	0.66	0.77	0.94	1.10	1.25	1.50	1.73
D6	DC46	0.094*	0.55	0.78	0.95	1.10	1.35	1.58	1.73	2.16	2.50
D7	DC46	0.109*	—	—	0.98	1.22	1.39	1.72	1.97	2.22	2.73
D8	DC46	0.125*	—	—	1.59	1.84	2.25	2.62	2.93	3.60	4.17
D10	DC46	0.156*	—	—	2.15	2.48	3.05	3.53	3.96	4.83	5.59

Nota: Compruebe siempre las tasas de su aplicación. Las tablas están basadas en el agua de rocío a 70 °F (21 °C). Consulte las páginas 136 a 157 para conocer fórmulas útiles y otra información.



Patrón de rocío de cono hueco
Producido por núcleos n.º 13, 23, 25, 45 y 46



CP26277-1-NY Tapón Quick TeeJet®
Para disco y núcleo de cerámica. Consulte la página 64 para obtener información para pedidos.

Cómo pedir:
Para pedir el disco de orificio solamente, especifique el número de disco y material. Nota: Para un ensamblaje y rendimiento adecuados, el disco y el núcleo deben ser del mismo material.

- Ejemplos:
- DCER-2 - Cerámica
 - D2 - Acero inoxidable endurecido
 - DE-2 - Acero inoxidable
 - DVP-2 - Polímero
- Para pedir solo el núcleo, especifique el número de núcleo y material.
- Ejemplos:
- DC13-CER - Cerámica
 - DC13-HSS - Acero inoxidable endurecido
 - DC13 - Bronce
 - DC13-NY - Nylon

NOTA SOBRE EL FILTRO: Para las boquillas que usan los números de disco con orificio 1, 1.5 y 2, o los números de núcleo 31 y 33; se requiere el número de filtro ranurado 4514-20 equivalente a un tamaño de pantalla de malla de 25. Para todos los demás discos y núcleos de capacidad más grande, se requiere el número de filtro ranurado 4514-32 equivalente al tamaño de pantalla de malla 16.

Nota sobre los depósitos

Los depósitos son la cantidad de producto que se adhiere al objetivo (es decir, hoja, corteza o fruta). Hay tres factores que pueden manipularse rápidamente para afectar los depósitos: salida de boquilla, velocidad del viaje y presión (Figura 7). La salida de la boquilla está determinada en galones por minuto y la suma de todas las boquillas (a una velocidad y presión específicas) debe ser igual a los galones por acre deseados. En el ámbito agrícola general con varios cultivos que requieren tasas ligeramente diferentes (p. ej., 80 GPA frente a 100 GPA), cambiar la velocidad o presión puede ser más fácil que cambiar las boquillas entre bloques de cultivos individuales. No obstante, algunos rociadores vienen con boquillas dobles en cada posición o una boquilla "invertible" con una boquilla adicional en el lado opuesto. Tener dos boquillas diferentes disponibles en cada posición permitirá cambios más grandes en la salida que la presión o velocidad, que pueden afectar de manera negativa las características del rocío (tamaño de gota) y los depósitos. Cambiar la velocidad, la boquilla y la presión son todas opciones para ajustar la tasa, pero la solución más fácil depende del diseño del rociador.

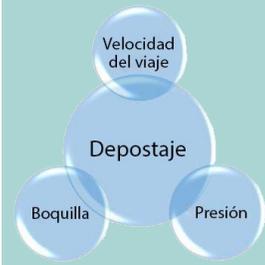


Figura 7. El triángulo de depósitos describe que la interacción de los tres factores de velocidad del viaje, boquilla y presión del rociador afecta la cantidad de producto en el objetivo.



Figura 8. Abrazaderas de las boquillas para cubrir la boquilla y medir la salida de agua. Esta imagen muestra opciones compradas e improvisadas. De izquierda a derecha: Abrazadera AAMS, abrazadera Herbst, abrazadera improvisada hecha de partes de ordeño de vacas y abrazadera improvisada hecha de partes de plomería. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

Paso 5: Medir la salida de la boquilla

Verifique la salida de la boquilla colocando abrazaderas (Figura 8) sobre la boquilla y canalice el rocío hacia un cilindro graduado o medidor de flujo. Las abrazaderas comerciales fabricadas por AAMS (Figura 8) son más costosas, pero garantizan un mínimo de fugas. Las abrazaderas improvisadas son más económicas, pero es importante que tengan tubos más pequeños para eliminar los baches, no presenten fugas en la punta de la boquilla y no tengan codos ni dobleces que restrinjan el flujo. Estos problemas pueden provocar imprecisión en la medición del flujo de rocío. Para medir la tasa de flujo, necesitará un medidor de flujo (Figura 9) o un cronómetro y un cilindro graduado con la precisión para medir en incrementos de una onza.



Figura 9. Ejemplo de un medidor de flujo de bajo volumen. Este modelo es preciso para los volúmenes inferiores a 1 GPM, que es adecuado para la mayoría de las selecciones de boquilla. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

La medición de la salida de la boquilla debe realizarse al menos una vez antes del comienzo de la estación y también puede realizarse en cualquier momento del año para evaluar el desgaste de la boquilla.

1. Conecte las mangueras a las boquillas (Figura 10).
2. Encienda el rociador con flujo de agua. Confirme que la PTO está activa y que el manómetro está a las PSI de rociado. Observe que las PSI pueden aumentar cuando las boquillas están apagadas, de modo que es importante leer el manómetro cuando las boquillas están encendidas con flujo de agua. Recolecte la salida de la boquilla durante 60 segundos colocando cada manguera en un cilindro graduado. Registre el volumen de agua y repita para todas las boquillas. Para ahorrar tiempo, use varios contenedores para capturar agua de varias boquillas al mismo tiempo. Luego, calcule los galones por minuto con esta ecuación:

$$\text{GPM por boquilla} = \text{onzas por boquilla} \div 128.$$

Como opción, use un medidor de flujo para medir rápidamente la salida en GPM y eliminar los cálculos.

3. Cualquier boquilla que supere en más del 10 % la salida de la boquilla prevista debe reemplazarse.

Paso 6: Verificar la cobertura

El paso final es confirmar la cobertura de rocío con papel sensible al agua (WSP). Este paso es fundamental para saber si los ajustes en la calibración y optimización realizados en el rociador proporcionan la cobertura de rocío prevista o si se necesita un ajuste adicional. El WSP cambia de amarillo a azul cuando se lo expone a gotas de agua o aceite, lo que le permite visualizar la cobertura del rocío.

Al trabajar con WSP, tenga precaución y manipule las tarjetas por los bordes solamente, o use guantes de nitrilo o látex secos, dado que cualquier humedad o aceite transferido de sus manos a la superficie superior de la tarjeta puede tornarla azul, y obstaculizar los resultados de rocío. Use un tamaño de tarjetas de rocío, preferentemente dos pulgadas por dos pulgadas para la verificación de la cobertura. Estas pueden adjuntarse a las hojas superior, media, inferior, interna y externa de la cubierta, o a cualquier otro lugar para determinar la cobertura. Anexe el WSP mediante grapas a las hojas directamente, fijando clips de metal en la cubierta donde se sujetan las tarjetas o fijando otras etiquetas en la cubierta en las que se pueda colocar WSP con cinta. Una forma rápida y eficiente de colocar WSP es



Figura 10. Abrazaderas de boquilla AAMS conectadas a un rociador. La salida se medirá desde cada tubo proveniente de la abrazadera. Fotografía de Gwen Hoheisel, WSU.

anexarlo a los postes de PVC de la cubierta. Además, coloque con grapas o cinta el WSP a pequeños bloques de madera que se colocan en el *terreno* una a tres hileras hacia abajo más allá de la hilera rociada para determinar la cantidad de rocío derivado a través de la cubierta hacia el terreno (Figura 11). Etiquete las tarjetas en la parte posterior con sus ubicaciones usando una lapicera o lápiz antes de colocarlas en el campo para que sirvan para comparar y evaluar de manera sencilla después del rociado.

Haga funcionar el rociador a la configuración de calibración y optimización de los pasos anteriores y conduzca pasando las cubiertas con el WSP (evalúe la cobertura con agua solamente en el tanque). Según el clima, deje pasar al menos 10 a 30 minutos para que el rocío se seque en las tarjetas, luego recolectelas y examine la cobertura. En general, la cobertura ideal de rocío tiene muchas gotas

finas que cubren de manera uniforme la tarjeta sin largas rayas o grandes parches de azul sólido (Figura 12). Las zonas con todo azul indican que se aplica demasiado material, lo que genera un desperdicio del material que cae por las hojas y frutas. La cobertura de rocío ideal puede variar en función de la biología de la peste o enfermedad, y de la elección de la sustancia química. Por ejemplo, GF120 para controlar la mosca de la fruta se aplica mejor en gotas grandes extra gruesas para garantizar que las moscas se sientan atraídas a la carnada. Por el contrario, un aceite adormecedor funciona al sofocar físicamente a las plagas y enfermedad; por lo tanto, es fundamental para obtener una cobertura uniforme con mayores volúmenes de agua.

Realice ajustes en la salida de la boquilla o del rociador en función de sus resultados, y asegúrese de tener en cuenta la biología de la peste o enfermedad y la elección de la sustancia química. Por ejemplo, si aplica un insecticida de contacto para una polilla que se mueve por la cubierta, una tarjeta de rocío completamente azul en la parte inferior de la cubierta con un bajo porcentaje de cobertura en la cubierta superior requiere que se reduzca la salida de la boquilla (GPM) en la zona más baja y que se aumente la salida en las boquillas superiores, o que se inclinen las boquillas de manera diferente para entregar más material en la cubierta superior. Además, analice los depósitos del terreno medidos en los pequeños bloques de una a tres hileras del rociador. Si todas las tarjetas de rocío están azules, incluidas aquellas en el terreno, tenga en cuenta reducir su volumen de aire o volumen de rocío líquido (es decir, GPA).

Agradecimientos

Partes de esta publicación fueron publicadas anteriormente en WSU Tree Fruit Matters Newsletter, 4 de abril (Hoheisel 2016a), y WSU Viticulture and Enology Extension News, edición de primavera (Hoheisel 2016b).

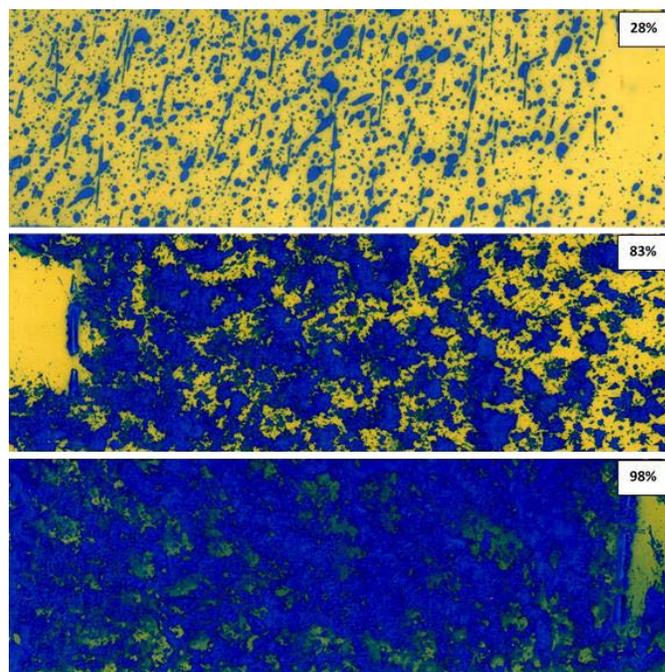


Figura 12. El papel sensible al agua es amarillo, pero se torna azul al humedecerse. La tarjeta de arriba (cobertura del 23 %) se considera cobertura uniforme sin demasiado escurrimiento, mientras que las otras dos son cobertura excesiva (83 %, 98 % de cobertura), lo que puede provocar escurrimiento del pesticida de las hojas o frutas. Consulte el paquete de instrucciones en el WSP para ver otras fotografías y cobertura asociadas con diferentes tamaños de gota. Fotografía por Lav Khot, WSU.



Figura 11. Un pequeño bloque de madera con WSP colocado con cinta en el terreno de una a tres hileras hacia abajo desde el rociador para proporcionar una evaluación visual de la cantidad que se pierde en el terreno. Fotografía por Margaret McCoy, WSU.

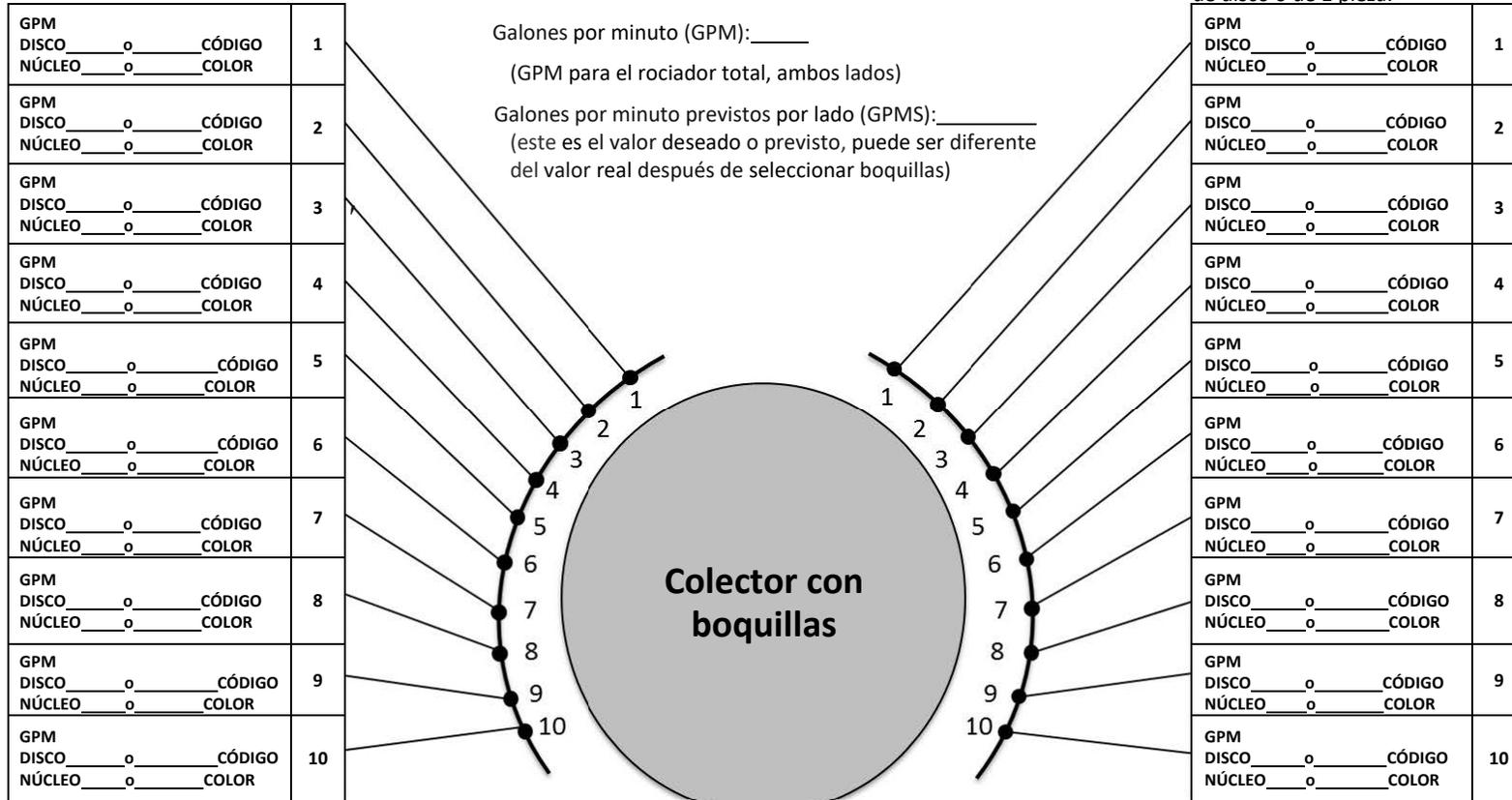
Apéndice

PASO 1: Calibre el rociador de acuerdo con la siguiente información:

HOJA DE TRABAJO 1

Rociador n.º: _____ Tractor n.º: _____ Engranajes: _____
 RPM: _____ Velocidad (MPH): _____ Presión: _____
 Distancia de hilera: _____ Galones por acre: _____

PASO 2: Seleccione las boquillas de un catálogo que coincida con la presión deseada y el GPMs previsto. Use boquillas con núcleo de disco o de 1 pieza.



Galones por minuto (GPM): _____
 (GPM para el rociador total, ambos lados)
 Galones por minuto previstos por lado (GPMs): _____
 (este es el valor deseado o previsto, puede ser diferente del valor real después de seleccionar boquillas)

GPMs total: _____
 (Puede ser diferente del previsto)

Paso 4: Calcular el GPA real con esta ecuación y comparar con el deseado. Pequeñas diferencias en el GPM por boquilla pueden provocar diferencias acumulativas más grandes

$$\text{GPA real} = \frac{\text{GPMs}_{990}}{\text{mph} \times \text{ancho de fila (pies)}}$$

PASO 3: Calcular el GPMs *real* sumando el GPM para cada boquilla. Repetir en ambos lados.

Referencias

- Derksen, R.C., H. Zhu, R.D. Fox, R.D. Brazee, and C.R. Krause. 2007. Coverage and Drift Produced by Air Induction and Conventional Hydraulic Nozzles Used for Orchard Applications. *Transactions of the ASABE* 50(5): 1493-1501.
- Deveau, J. 2015. [Airblast 101: A Handbook of Best Practices in Airblast Spraying](#). Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Deveau, J. 2018. [Sprayers 101](#), Gear Up—Throttle Down.
- Fenske, R.A., M. Yost, K. Galvin, M. Tchong, M. Negrete, P. Palmendez, y C. Fitzpatrick. 2009. [Organophosphorus Pesticide Air Monitoring Project, Final Report](#). University of Washington, disponible a través de Washington State Department of Health Pesticide Program
- Pope, K., D. Lightle, R. Buchner, F. Niederholzer, K. Klonsky, D. Sumner, D. Stewart, y C. Gutierrez. 2016. [Sample Costs to Establish an Almond Orchard and Produce Almonds: San Joaquin Valley South Microjet Irrigated](#).
- Gallardo, K., M. Taylor, y H. Hinman. 2009. [Cost Estimates of Establishing and Producing Gala Apples in Washington](#). *Washington State University Extension Publication* FS005E. Washington State University.
- Hoheisel, G. 2016a. [Six Steps to Calibrate and Optimize Airblast Sprayers](#). WSU Tree Fruit. Washington State University.
- Hoheisel, G. 2016b. [6 Steps to Calibrate & Optimize Airblast Sprayers](#). En *Viticulture and Enology Extension News*, editado por M.M. Moyer, 2-4. Washington State University.
- Khot, L.R., R. Ehsani, G. Albrigo, P.A. Larbi, A. Landers, J. Campoy, and C. Wellington. 2012. AirAssisted Sprayer Adapted for Precision Horticulture: Spray Patterns and Deposition Assessments in Small Sized Citrus Canopies. *Biosystems Engineering* 113(1): 76-85.
- McCoy, M., M.M. Moyer, and G. Hoheisel. 2020. Common Interchangeable Nozzles for Perennial Crop Canopy Sprayers. *Washington State University Extension Publication* FS352E. Washington State University.
- Vercruyssen, F., W. Steurbaut, S. Drieghe, and W. Dejonckheere. 1999. Off Target Ground Deposits from Spraying a Semi-dwarf Orchard. *Crop Protection* 18: 565-570.

Publicado y distribuido en cumplimiento de las Leyes del Congreso del 8 de mayo y 30 de junio de 1914, por Washington State University Extension, Oregon State University Extension Service, University of Idaho Extension, y la colaboración del Departamento de Agricultura de los EE. UU. Los programas de extensión, las actividades, los materiales y las políticas de la WSU cumplen con las leyes y regulaciones federales y estatales sobre no discriminación en relación con raza, sexo, religión, edad, color, credo y nacionalidad o etnia, discapacidad física, mental o sensorial, estado civil u orientación sexual, y estado como veterano de Vietnam o discapacitado. Washington State University Extension, Oregon State University Extension Service y University of Idaho Extension son empleadores que proporcionan igualdad en las oportunidades de empleo. Se puede denunciar la evidencia de incumplimiento a través de su oficina de Extensión local. Se han utilizado nombres comerciales para simplificar la información; no se prevén avales.

Las publicaciones de Pacific Northwest Extension incluyen material escrito y producido para su distribución pública. Puede volver a imprimir material escrito, siempre y cuando no lo use para avalar un producto comercial. Consulte por título y crédito las publicaciones de Pacific Northwest Extension.

Información para pedidos:

[WSU Extension](#)

Fax 509-335-3006

Teléfono gratuito 800-723-1763

ext.pubs@wsu.edu

[OSU Extension](#)

Fax 541-737-0817

Teléfono gratuito 800-561-6719

puborders@oregonstate.edu

[UI Extension](#)

Fax 208-885-4648

Teléfono 208-885-7982

calspubs@uidaho.edu

Copyright © Washington State University

Las publicaciones de Pacific Northwest Extension se producen en colaboración con las tres universidades de Pacific Northwest con concesión de terrenos: Washington State University, Oregon State University y University of Idaho. Cultivos, climas y topografías similares crean una unidad geográfica natural que cruza las líneas estatales. Desde 1949, el programa PNW ha publicado más de 650 títulos, lo que impide la duplicación de esfuerzos, amplía la disponibilidad de los especialistas de los claustros y reduce considerablemente los costos para los estados participantes. Publicado en enero de 2021.