

Oxígeno disuelto: Esencial para la vida acuática



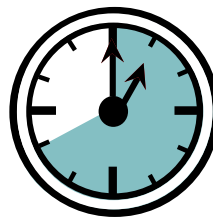
Volunteer Monitoring Factsheet Series

2023

¿Por qué es importante?

- Las plantas y los animales acuáticos dependen del oxígeno disuelto (OD) para vivir.
- Diversos factores alteran las concentraciones de OD; por ejemplo, la temperatura del agua, la tasa de fotosíntesis, el grado de penetración de la luz (turbidez y profundidad del agua), el grado de turbulencia del agua o la acción de las olas, y la cantidad de oxígeno utilizada en la respiración y la descomposición de la materia orgánica.

Tiempo necesario:
40 minutos



Cuándo medir:
Mensualmente,
de mayo a octubre

Equipo necesario:

- Vadeadores de cadera
- Kit de prueba Hach de oxígeno disuelto en agua
- Gafas de seguridad
- Guantes desechables de plástico/látex
- Hoja de datos
- Bolígrafo/lápiz

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Animales de sangre fría: animales cuya temperatura corporal varía con la de temperatura ambiental. Los peces, los invertebrados, las serpientes, las ranas y los sapos son animales de sangre fría.

Diario (diel): que corresponde a un período de 24 horas.

Difusión: el movimiento de las moléculas, como las moléculas de oxígeno, de un área de alta concentración (p. ej., el aire) a un área de baja concentración (p. ej., el agua).

Punto final: el final de una reacción química. Suele ser indicado por el cambio de color de una solución indicadora.

Floculación (floc): precipitado floculante. Estas partículas finas suspendidas parecen grumos.

Fotosíntesis: proceso por el cual las plantas verdes convierten el dióxido de carbono y el agua en azúcares simples y oxígeno utilizando la energía solar.

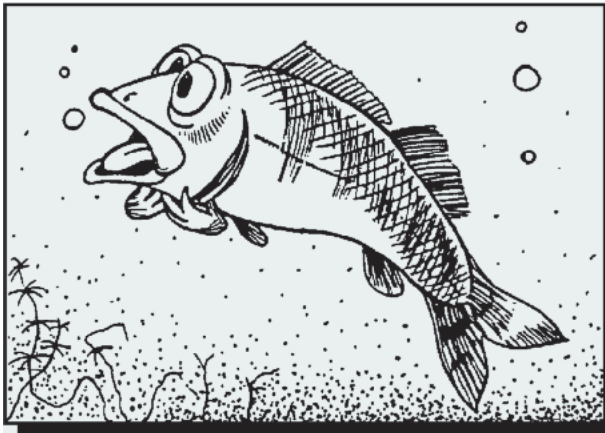
Respiración: el proceso celular en el que las plantas y los animales utilizan oxígeno y liberan dióxido de carbono. Básicamente, es lo contrario de la fotosíntesis porque en este proceso se liberan dióxido de carbono, agua y energía.

Sobresaturación: indicación de que hay más oxígeno disuelto en el agua de lo que habría en un estado de equilibrio. La sobresaturación podría indicar que algunos procesos están afectando el balance natural del agua en el estado de equilibrio.

Titulante: sustancia de concentración conocida utilizada para determinar el grado de una reacción química; en este caso, es el tiosulfato de sodio.

Información sobre oxígeno disuelto

El oxígeno es un gas transparente, incoloro, inodoro e insípido que se disuelve en agua. Pequeñas pero significativas cantidades de oxígeno están disueltas en el agua. Se obtiene por la difusión del oxígeno atmosférico (del aire) en el agua y por la producción de oxígeno mediante la fotosíntesis de las plantas acuáticas. El viento, las olas y el agua en movimiento rápido en los riachuelos aumentan la tasa de difusión.



Oxígeno: esencial para la vida acuática

Las plantas y los animales dependen del oxígeno disuelto para sobrevivir. La falta de oxígeno disuelto puede obligar a los animales acuáticos, como los peces y los macroinvertebrados, a abandonar rápidamente el área o enfrentar un riesgo de muerte. En condiciones extremas, la falta de oxígeno puede resultar letal para las plantas y los animales acuáticos. La medición de oxígeno disuelto es probablemente la prueba de calidad del agua más importante para determinar cuán adecuado es un riachuelo para los peces y muchos otros organismos acuáticos. Sin embargo, estas mediciones solo ofrecen una visión momentánea de los niveles de oxígeno, que pueden fluctuar ampliamente a lo largo del día y del año. Los peces y otros organismos deben vivir y respirar en esas condiciones continuamente. Incluso una breve falta de oxígeno puede ser fatal.

El oxígeno disuelto (OD) se registra en miligramos de oxígeno por litro de agua (mg/L), lo que también se puede expresar como partes por millón en peso (ppm). Diferentes organismos acuáticos tienen distintas necesidades de oxígeno. Por ejemplo, las truchas (*trouts*) y los plecópteros (*stoneflies*) requieren niveles altos de oxígeno disuelto. Las truchas necesitan agua con *al menos* 6 mg/L. Los peces de agua cálida, como la lubina (*bass*) y la mojarra de oreja azul (*bluegill*), sobreviven a 5 mg/L, y algunos organismos, como las carpas (*carp*) y los gusanos de sangre (*bloodworm*), pueden sobrevivir con menos de 1 mg/L.

A partir de esta información, en Wisconsin existen clasificaciones de riachuelos que definen la cantidad mínima de oxígeno permitida en un sitio (véase Tabla 1).

La demanda de oxígeno de las plantas acuáticas y los animales de sangre fría también varía con la temperatura del agua. Una trucha (*trout*) utiliza cinco veces más oxígeno mientras descansa a 80 °F (26.7 °C) que a 40 °F (4.4 °C).

TABLA 1: Niveles mínimos de oxígeno disuelto permitidos para aguas con clasificación variable en Wisconsin.

Clasificación del riachuelo	Nivel mínimo de oxígeno disuelto permitido
Aguas donde habitan truchas (<i>trouts</i>)	6 mg/L (fuera de temporada de desove) y 7mg/L (en temporada de desove en primavera/otoño)
Aguas clasificadas para peces o vida acuática	5 mg/L
Aguas con cantidad limitada de peces de forraje	3 mg/L
Aguas con cantidad limitada de vida acuática	1 mg/L

Factores que alteran los niveles de oxígeno

Existen muchos factores que alteran la cantidad de oxígeno disuelto en agua (véase el recuadro). Uno de los factores principales es la fotosíntesis. En la fotosíntesis, las plantas acuáticas producen oxígeno durante las horas de sol, pero también usan el oxígeno para la respiración. Los altos niveles diurnos de OD a menudo se contrarrestan con bajos niveles nocturnos (véase un ciclo diurno típico para el oxígeno disuelto en la Figura 1). Esto se debe a la respiración de los organismos vivos, incluidos los peces, bacterias, hongos y protozoos, así como a la cesación de la fotosíntesis. Las amplias fluctuaciones diarias de OD estresan a los peces y otros animales acuáticos. La disminución de oxígeno puede ocurrir debido al crecimiento excesivo de plantas. La pérdida completa de OD a veces se puede detectar con el olfato, ya que la descomposición anaeróbica produce un olor a huevo podrido (gas sulfuro de hidrógeno). Sin embargo, existen algunas buenas prácticas para promover buenos niveles de oxígeno disuelto, como plantar o mantener vegetación que filtre el escurrimiento de aguas pluviales y proporcione sombra al agua, conservar temperaturas de agua más frescas, y proteger el lecho del riachuelo de otras maneras para mantener o aumentar la turbulencia.

Factores que pueden AUMENTAR el nivel de oxígeno disuelto en el agua

- Presión atmosférica alta
- Agua transparente
- Fotosíntesis
- Mucha turbulencia/acción de las olas
- Agua fría
- Cantidad excesiva de plantas (durante el día)

Factores que pueden DISMINUIR el nivel de oxígeno disuelto en el agua

- Respiración de animales y plantas que viven en el agua
- Reacciones químicas del proceso de descomposición
- Presión atmosférica baja
- Altos niveles de turbidez (p. ej., de la erosión)
- Agua cálida
- Agua con coloración muy marcada
- Cantidad excesiva de plantas (durante la noche)
- Cantidad excesiva de materiales orgánicos (como aguas residuales, estiércol o fertilizantes)

Porcentaje de saturación

La medición de oxígeno disuelto difiere de las demás pruebas porque requiere dos cálculos distintos. Aquí nos interesa la cantidad absoluta de OD (mg/L o ppm) y cuán aproximado es el valor al valor de equilibrio para esa temperatura y presión del aire, que corresponde al porcentaje de saturación. Los valores entre 90% y 110% de saturación son excelentes (véase la Figura de la derecha). Aunque los valores sobresaturados (más del 100%) pueden parecer buenos, también pueden indicar problemas, como crecimiento excesivo de plantas. Para evaluar el rango de niveles de oxígeno saturado que las plantas y los animales acuáticos de su riachuelo pueden tolerar, se debe monitorear dos veces al día: una vez por la mañana temprano, antes del amanecer, y otra por la tarde cuando las plantas han estado expuestas a la luz solar directa por un período de tiempo prolongado.

Niveles de oxígeno disuelto (% de saturación)

Excelente: 91 - 110

Bueno: 71 - 90

Regular: 51 - 70

FUENTE: *Manual práctico de monitoreo de calidad del agua, 13.ª edición (Field Manual for Water Quality Monitoring [13th Edition])*

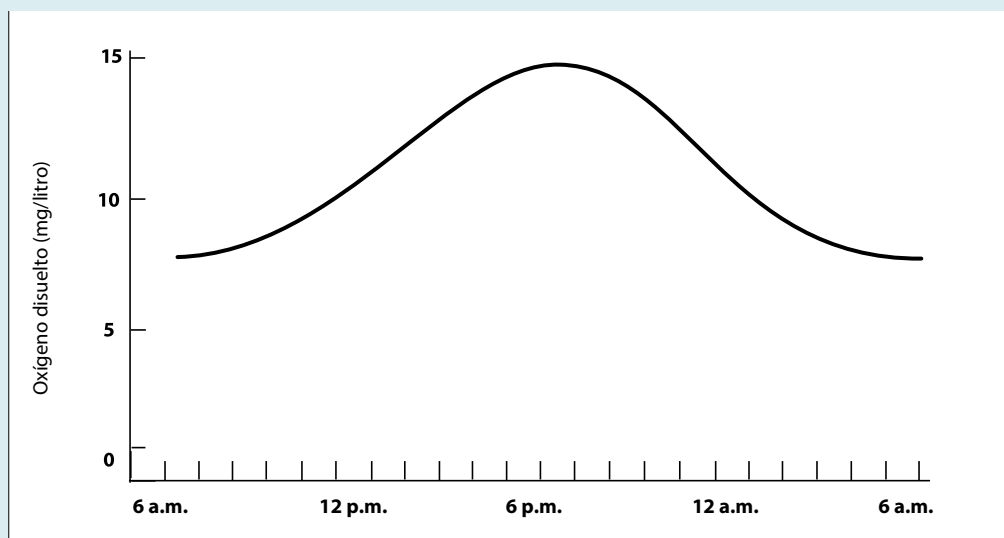


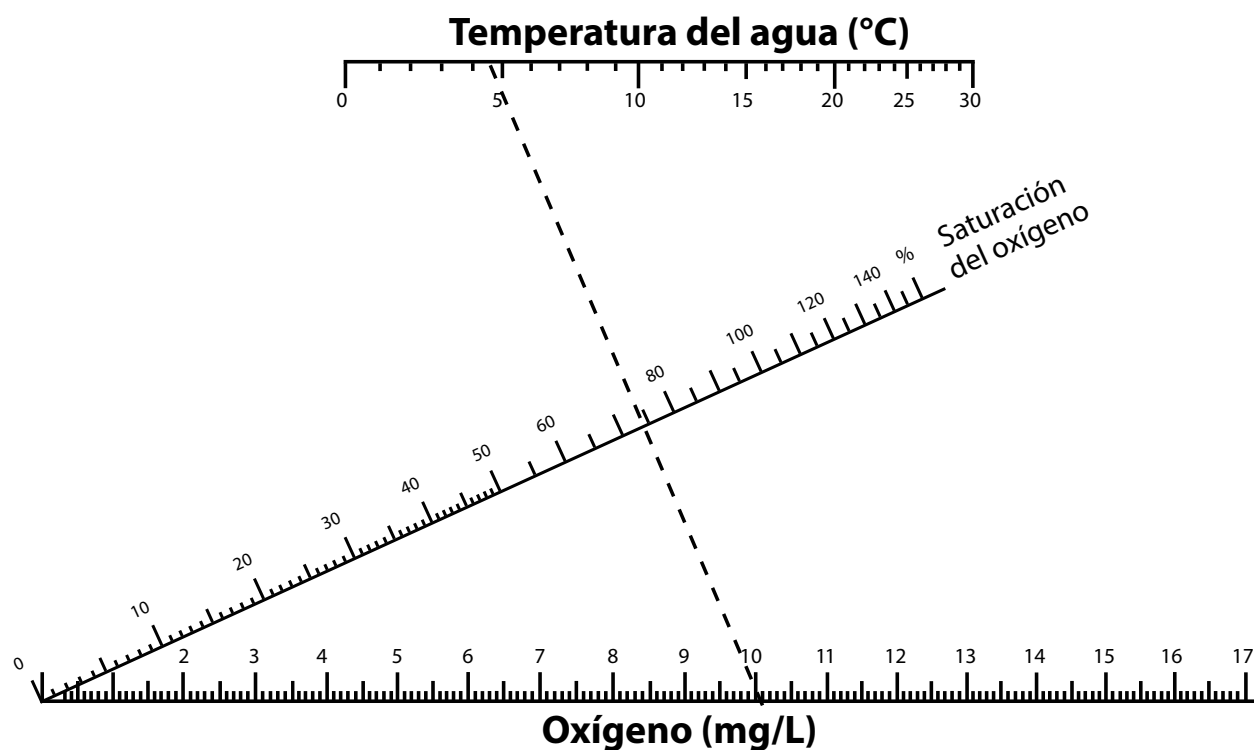
FIGURA 1: Fluctuación diaria del oxígeno disuelto

Tabla de conversión de temperatura

Fahrenheit	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Celsius	.6	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	5	5.6	6.1	6.7	7.2	7.8	8.3	8.9	9.4	10	10.6
Fahrenheit	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Celsius	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	15	15.6	16.1	16.7	17.2	17.8	18.3	18.9	19.4	20	20.6	21.1
Fahrenheit	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Celsius	21.7	22.2	22.8	23.3	23.9	24.4	25	25.6	26.1	26.7	27.2	27.8	28.3	28.9	29.4	30	30.6	31.1	31.7

Cómo determinar el porcentaje de saturación:

Usando una línea recta, determine la temperatura del agua (use la tabla de arriba para convertir a Fahrenheit, si es necesario). Alinee con la escala de oxígeno (mg/L). El porcentaje de saturación medido se determina por el punto donde la línea que conecta esos dos puntos cruza la línea de saturación de oxígeno. Por ejemplo, 5 °C con 10mg/L de oxígeno se alinea con el 75% de saturación, y esa es su respuesta.



Recolección de muestras

Tenga presente que la fotosíntesis y la respiración continúan después de que se recoge la muestra. Esto quiere decir que el agua puede obtener o perder oxígeno incluso cuando está en la botella de muestra. Por ende, deberá comenzar con la prueba de OD inmediatamente después de llegar a la orilla tras haber recogido la muestra. Debe medir la temperatura del agua a la misma hora y en el mismo sitio de muestreo de OD.

¡Piense como científico(a)!

Siga las instrucciones CON MUCHA ATENCIÓN La precisión es esencial para comparaciones de datos válidas.

1. Use la botella con tapón que se incluye en el kit Hach o LaMotte.
2. Tome la muestra en agua con corriente normal a una profundidad de un pie, aproximadamente.
3. Sumerja lentamente la botella aguas arriba de modo que la boca quede en dirección opuesta a usted y la corriente entre a la botella.
4. Gire la botella para permitir que se llene de forma gradual y no queden burbujas de aire.
5. Tape la botella mientras está sumergida y deje un poco de agua en el cuello de la botella.
6. Cuando levante la botella para sacarla del agua, fíjese si hay burbujas. Si las hay, tome una nueva muestra siguiendo el mismo procedimiento.

Prueba de oxígeno disuelto (OD)

Instrucciones para usar el kit de prueba Hach de OD (modelo OX-2P)

Nota: Si observa burbujas de aire atrapadas en la botella de muestra en los pasos 2-4 de arriba, descarte esa muestra y comience de nuevo.

1. Póngase los guantes de protección y las gafas de seguridad. Si su piel entra en contacto con cualquier polvo o titulante, enjuague con abundante agua.
2. Quite el tapón y agregue el contenido del sobre de polvo núm. 1 (sulfato de magnesio en polvo) y del sobre de polvo núm. 2 (polvo de álcali-yoduro-azida) a la muestra.
3. Coloque el tapón asegurándose de que no queden burbujas de aire, y agite muy bien mientras sostiene de la tapa. Si hay oxígeno, se formará una floculación de color marrón anaranjado.
4. Deje reposar la muestra hasta que la floculación se asiente hasta la mitad. Agite la botella una vez más y deje que la floculación se asiente hasta la mitad nuevamente.
5. Quite el tapón y agregue lentamente el contenido del sobre de polvo núm. 3 (ácido sulfámico).
6. Coloque el tapón y agite muy bien hasta que se disuelva el ácido. El color amarillo es por el yodo. A esto se lo llama muestra preparada. Las muestras preparadas se pueden almacenar en un lugar oscuro durante un período breve si es más conveniente o cómodo regresar a su casa/escuela para completar el análisis.
7. Transfiera dos tubos de medición de plástico llenos de muestra preparada a la botella mezcladora de vidrio cuadrada (es posible que las instrucciones de su kit Hach indiquen que se use un solo tubo de medición lleno). El uso de dos tubos de medición permite determinar el OD con una precisión de 0.5 mg/L en lugar de 1 mg/L.
8. **a)** Sujetando el gotero verticalmente, agregue una gota por vez de la solución estándar de **tiosulfato de sodio** como titulante a la botella de mezclado cuadrada, y asegúrese de contar las gotas.
b.) Mezcle la solución cada vez que agregue una gota.
c.) Continúe agregando gotas de tiosulfato de sodio hasta que la mezcla tome un color amarillo claro.
d.) Pause y agregue 3 gotas de **solución de almidón** a la muestra. No cuente estas gotas. El almidón hará que la muestra preparada tome un color azul. Si no tiene almidón, proceda con el siguiente paso, pero tenga en cuenta que la muestra cambiará de amarillo a transparente en lugar de azul a transparente.
e.) Continúe agregando gotas de **tiosulfato de sodio**, mezclando y contando cada gota, hasta que el color de la muestra cambie de azul (o amarillo) a transparente, lo que indica el punto final. Normalmente se necesitan una o dos gotas más, así que proceda con precaución.
9. El contenido de oxígeno disuelto en el agua en mg/L es el número total de gotas de titulante utilizadas para alcanzar el punto final dividido por dos si se utilizaron dos tubos de medición con la muestra preparada. Si solo se utilizó un tubo de medición, el contenido de oxígeno disuelto es igual al número de gotas de titulante. Por ejemplo, si usó dos tubos de muestra, debe dividir por dos (13 gotas dividido por dos tubos = 6.5 mg/L). Si solo usó un tubo de muestra, el contenido de oxígeno disuelto es el número real de gotas de titulante utilizadas (6 gotas con un tubo = 6 mg/L).
10. Registre el contenido de oxígeno disuelto (mg/L) en la hoja de datos.
11. Siga las instrucciones y use la tabla de la página 4 para convertir el OD a porcentaje de saturación. Registre este porcentaje en la hoja de datos.

Instrucciones para usar el kit de prueba LaMotte de OD (modelo 7414 o 5860)

A) Fijar la muestra

1. Póngase guantes de protección y gafas de seguridad. Si su piel entra en contacto con algún polvo o titulante, enjuague el área con abundante agua.
2. Sujetando la botella del reactivo completamente al revés, agregue 8 gotas de la solución de sulfato de magnesio (etiquetada con el número "1").
3. Sujetando la botella del reactivo completamente al revés, agregue 8 gotas de la solución de alcali yoduro-azida de potasio (etiquetada con el número "2").
4. Coloque el tapón a la botella y agítela durante 30 segundos. Una floculación de color blanco a marrón anaranjado nublará la botella de muestra. Deje que la floculación se asiente hasta que la mitad superior de la botella esté clara.
5. Vuelva a agitar la botella y dejar que se asiente la floculación.
6. Agregue 8 gotas de ácido sulfúrico (botella de tapón rojo), una por vez, y agite durante 30 segundos. La solución pasará de turbia a clara (si aún puede ver algunos puntos oscuros que parecen "pimienta" en la solución, agregue 1 gota más). Su muestra está ahora "fijada".
7. Vierta la muestra fijada en la probeta hasta la marca de 20 ml y luego pásela al frasco de titulación (frasco de vidrio etiquetado con el código 0299).

B) Preparar el titulante

1. Tome la jeringa plástica del titulador (etiquetada con el código 1649) y presione el émbolo para expulsar el aire.
2. Introduzca la punta de la jeringa del titulador en la abertura en la parte superior de la solución de titulante (botella etiquetada como tiosulfato de sodio 0.025N). Llene la jeringa invirtiendo la botella y tirando lentamente del émbolo hasta que la punta en la parte inferior del émbolo esté más allá de la marca de cero en la escala del titulador. Es posible que tenga que mover el émbolo hacia adentro y hacia afuera varias veces para eliminar las burbujas de aire en la jeringa.
3. Coloque todo en posición vertical.
4. Empuje lentamente el émbolo hasta que el anillo grande en el émbolo de la jeringa plástica del titulador esté justo en la marca de cero.
5. Retire el titulador de la botella de tiosulfato de sodio.

C) Agregar el titulante a la muestra

1. Introduzca la punta del titulador en la abertura del tapón de plástico del frasco de titulación (código 0299) que contiene su muestra fijada.
2. Agregue la solución de titulante gota a gota, empujando suavemente el émbolo. Agite la solución entre cada gota hasta que la muestra se vuelva de color amarillo claro. Si su solución ya es de color amarillo claro, salte este paso. Si su solución es incolora, tiene 0 mg/L de oxígeno disuelto (si este es el caso, puede proceder al paso 24 para confirmación, si lo desea).
3. Retire el tapón de plástico del frasco de titulación con el titulador aún en el orificio, sin mover el émbolo de la jeringa.
4. Agregue 8 gotas de la solución de almidón a la muestra amarilla clara en el frasco de titulación. La muestra debería volverse de color azul oscuro o negro.
5. Vuelva a colocar el tapón al frasco de titulación.
6. Agite para mezclar el contenido.
7. Continúe agregando tiosulfato de sodio gota a gota, agitando la solución entre cada gota. Observe el cambio de color de azul oscuro a azul claro.
8. Deténgase cuando la solución cambie de azul claro a transparente. (Si no ocurre el cambio de color cuando la punta del émbolo llega al final de la escala del titulador, rellene el titulador hasta la marca de cero y continúe con la titulación. Incluya ambos volúmenes de titulación en los resultados finales de la prueba.)
9. Lea el resultado de la prueba directamente desde donde la escala se cruza con el anillo del émbolo del titulador plástico. El titulador está marcado en incrementos de 0.2 ppm. Por ejemplo, si el anillo del titulador está tocando la tercera línea debajo de la línea marcada como "7", el resultado sería 7.6 mg/L de oxígeno disuelto. (Si el titulador ha sido relleno una vez antes, el resultado sería 17.6 mg/L de oxígeno disuelto.)
10. Registre el oxígeno disuelto (mg/L) y la temperatura en el formulario de registro.
11. Siga las instrucciones y use la tabla a continuación para convertir el OD a porcentaje de saturación. Registre este porcentaje en el formulario de registro.

-Modificado de URI Watershed Watch



©2010 University of Wisconsin. DNR PUB WT-755. Esta publicación es parte de una serie de siete hojas informativas llamadas "Serie de hojas informativas sobre el monitoreo para voluntarios de Water Action Volunteers" (Water Action Volunteers- Volunteer Monitoring Factsheet Series) y se puede conseguir contactando a la Coordinación de Water Action Volunteers al 608/264-8948.

Water Action Volunteers es un programa cooperativo entre la División de Extensión (Division of Extension) de la Universidad de Wisconsin-Madison y el Departamento de Recursos Naturales (Department of Natural Resources) de Wisconsin. Para más información, visite: <https://wateractionvolunteers.org/>