Field Data Sheet/Site Map

Reproduce for use

SITE INFORMATION

Organization/Group Name: _____

Waterway: _____

Major Watershed: _____

Sub-Watershed: _____

Closest Town/City: _____

Site Code: _____

Investigators: _____

Total Time Spent Monitoring: _____

Number of Participants: _____ HH/MM

Latitude: _____

Longitude: _____

Site Name: _____

PACK DATA

Placement Data		Retrieval Data	
Date:		Date:	
Number of Packs:		Number of Packs	
Air Temp[° C]:		Air Temp ° C]:	
Water Temp [° C]:		Water Temp [° C]:	

Leaf pack contents/weight:

Habitat type for placement: ☐ Pool ☐ Riffle ☐ Run

STORM & NON-STORM EVENTS

A. Did any storm events occur while your leaf packs were in the stream?

☐ Unknown ☐ Yes ☐ No

B. Did flooding occur?

☐ Unknown ☐ Yes ☐ No

C. Was this site experiencing a drought during your monitoring?

☐ Unknown ☐ Yes ☐ No

If YES for A, list the following:

Storm Date	Precipitation (cm)
Total Amount (cm)	

COMMENTS

Submit data to the online portal at MonitorMyWatershed.org

Reproduce for use

Site Map

Sketch the stream area. Show the position of each leaf pack in the stream and note any landmarks that may help in locating them when it is time to retieve them.

Field Data Sheet/Site Map

SITE INFORMATION

Organization/Group Name: white Clay Creek Club
Waterway: White Clay Creek
Major Watershed: Delaware
Sub-Watershed: Brandywine-Christina
Closest Town/City: Avondale
Site Code: WCC-US1

Investigators: Vince , Mandy , Steve , Tara
Total Time Spent Monitoring: 03:15
Number of Participants: 4 HH/MM
Latitude: 39.85914
Longitude: -75.78369
Site Name: White Clay Creek above Spencer Rd

PACK DATA

Placement Data		Retrieval Data	
Date:	04/01/2019	Date:	04/22/2019
Number of Packs:	3	Number of Leaf Packs	2
Air Temp[° C]:	15.5	Air Temp ° C]:	16.0
Water Temp [° C]:	12.0	Water Temp [° C]:	12.3

Leaf pack contents/weight: # Each leaf pack has 10 g beech + 10 g elm + 10 g Sycamore

Habitat type for placement: ☐ Pool ☑ Riffle ☐ Run

STORM & NON-STORM EVENTS

A. Did any storm events occur while your leaf packs were in the stream?

☐ Unknown ☑ Yes ☐ No

B. Did flooding occur?

☐ Unknown ☑ Yes ☐ No

C. Was this site experiencing a drought during your monitoring?

☐ Unknown ☐ Yes ☑ No

If YES for A, list the following:

Storm Date	Precipitation
04/17/2019	6 cm
Total Amount	6 cm

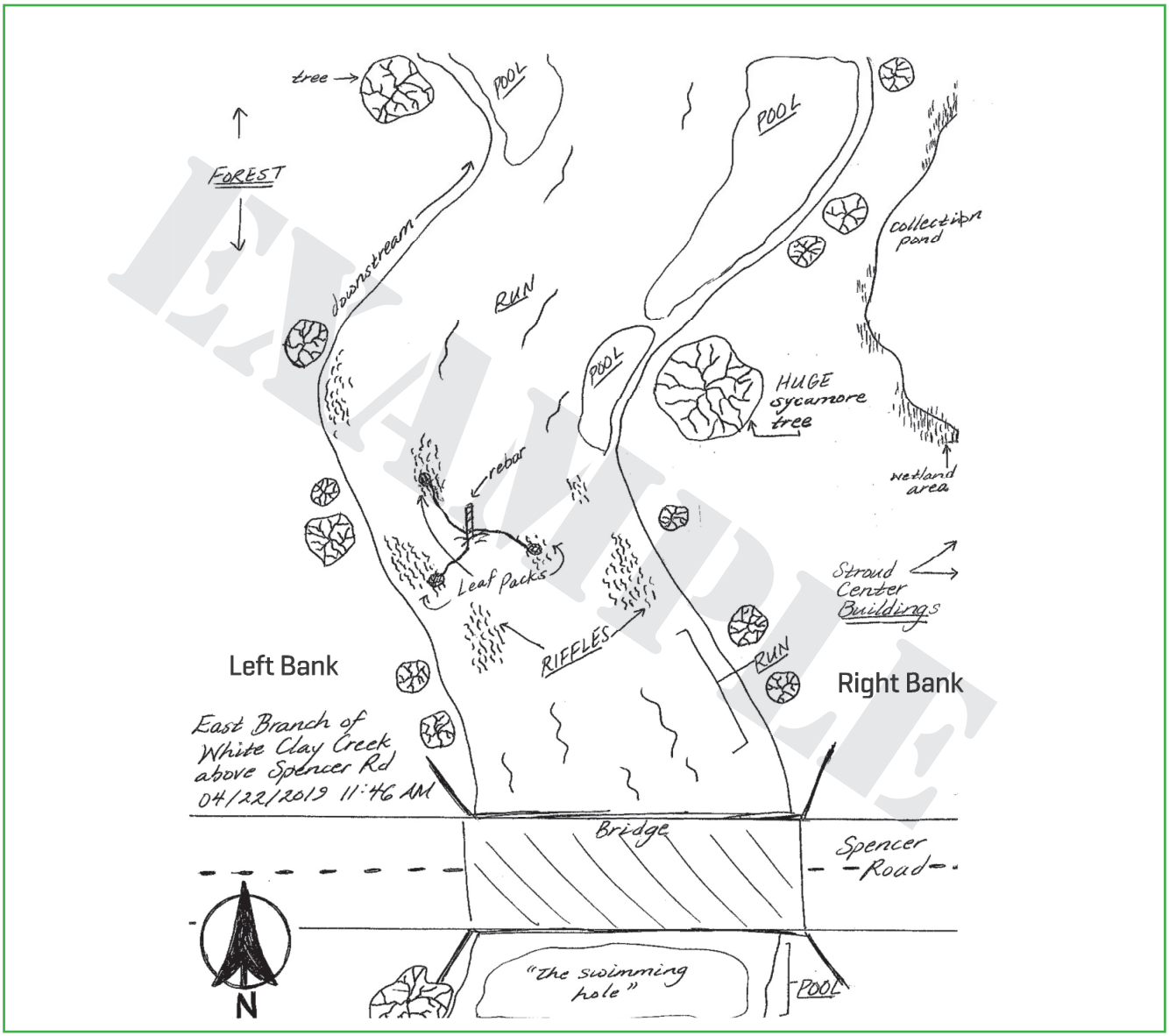
COMMENTS

We checked the leaf packs each week and they were there until week 2 when the storm hit! Our little stream went up a lot and looks like we didn't anchor one of our leaf packs in good enough. Will do better next time!

Submit data to the online portal at MonitorMyWatershed.org

Site Map

Sketch the stream area. Show the position of each leaf pack in the stream and note any landmarks that may help in locating them when it is time to retrieve them.



EXAMPLE

Reproduce for use

Habitat Data Sheet

The Habitat Survey links the physical characters of the stream and the surrounding land use to the macroinvertebrate survey results. There are two major factors that influence macroinvertebrate presence and absence: the overall water quality and the amount of available suitable habitat. Therefore, poor availability and poor quality of habitat features could influence the biotic index score since habitat and macroinvertebrate diversity are closely linked. The presence of poor habitat is considered one of the major stressors on aquatic communities.

The habitat survey should be completed at the start of the monitoring period - near the time that the leaf packs are placed in the stream. If average stream width, average stream depth, stream velocity, and stream discharge are to be determined, complete sections 12-15 before the leaf packs are placed in the stream.

Definitions:

Survey Stream Reach: the total length of stream that is included in the survey. The recommended length is approximately 15-meters upstream and 15-meters downstream from the leaf pack placement location, for a total of 30-meters.

Right and Left Bank: determined by looking downstream with the flow of the stream. The right bank is on the right and left bank on the left.

See the Glossary for unfamiliar terms.

IN-STREAM CHARACTERISTICS

This section is a survey of what attributes occur within the stream - not on the banks or in the riparian zone.

1A. Stream Habitats Present Enter the relative percentages for each category to total 100%.

_____ Pools _____ Riffles _____ Runs _____ Cascades _____ Log Steps _____ Boulder Steps

1B. Submerged Stream Habitats Present Check all that apply

☐ Woody Debris ☐ Leaves ☐ Aquatic Plants ☐ Submerged Roots

2. Stream Bottom Mineral Composition Check all that apply

☐ Cobbles [2.5 - 10" or 6.4-25.6 cm diameter ☐ Boulders [>10" or 25.6 cm] ☐ Fine Sediment and Silt ☐ Gravel [0.08-2.5" or 0.02-6.4 cm diameter] ☐ Bedrock ☐ Other: _____

3. Water Appearance Check all that apply

☐ Clear ☐ Turbid ☐ Foamy ☐ Oily Sheen ☐ Algae ☐ Colored (describe): _____

4. Human and Hydrologic Modifications to Stream Channel Check all that apply

☐ None ☐ Cement ☐ Rip Rap ☐ Pipe or Ditch Entering Stream

Upstream or Downstream from the packs? (Circle One)

☐ Bridge Upstream Downstream ☐ Dam Upstream Downstream ☐ Beaver Dam Upstream Downstream

5. Presence of Litter in Stream or on Banks Check all that apply

☐ None ☐ Tires ☐ Cans ☐ Plastic/Glass Bottles ☐ Other: _____

STREAMBANK CHARACTERISTICS

The streambank is the area of land immediately adjacent to the bed of the stream. It is important to maintaining the health of the waterway.

6. Percent of Streambank Covered by Vegetation (grass, shrubs, trees, etc.) Check the appropriate category for each bank.

Left Bank	☐ 0% (bare soil)	☐ <20%	☐ 20-50%	☐ >50%
Right Bank	☐ 0% (bare soil)	☐ <20%	☐ 20-50%	☐ >50%

7. Bank Slope (or Grade) Check the appropriate category for each bank

Left Bank ☐ <6% ☐ >6% **Right Bank** ☐ <6% ☐ >6%

To determine the slope or grade of a stream bank:

1. Have two people stand 100 feet apart and face one another; one uphill or further from the stream and one downhill, closer to the stream.
2. Have the person who is uphill hold a flat surface (e.g. notebook or clipboard) at horizontal sight level and look in the direction of the downhill person. If the uphill person can see any part of the downhill person's body, the slope is rated at less than 6%. If no part of the downhill person's body is visible, the rating is greater than 6%.

RIPARIAN ZONE

The riparian zone is the area of land immediately next to the stream and begins at the edge of the streambank. If vegetated, this zone is also called a streamside forest or buffer, and is a critical component to keeping a stream healthy. The trees, shrubs, and herbaceous plants stabilize the stream banks with their roots, provide shade to keep streams cool, and filter pollution within runoff.

8. Vegetation in the Riparian Zone Explore 30 meters from the stream edge into riparian zone of the left bank and the right bank. Check all that apply.

Left Side	☐	No Vegetation	☐	Grass	☐	Herbaceous	☐	Shrubs	☐ Trees
Right Side	☐	No Vegetation	☐	Grass	☐	Herbaceous	☐	Shrubs	☐ Trees

9. Width of the Riparian Zone within the 30 Meter Stream Reach Use a meter tape measure to determine the minimum and maximum width of the riparian zone within the 30-meter stream reach for both the left bank and the right bank.

									Minimum Width (m)	Maximum Width (m)
Left Side	☐	No Forest	☐	Forest (>5m tall; >40% interlocking canopy; >20% deep)	☐	Forest is: (Mostly evergreen)	☐	Forest is: Mostly deciduous		
Right Side	☐	No Forest	☐	Forest (>5m tall; >40% interlocking canopy; >20% deep)	☐	Forest is: (Mostly evergreen)	☐	Forest is: Mostly deciduous		

LAND-USE CHARACTERISTICS

The types of land use in an area surrounding a stream contributes greatly to the health of a waterway. From agricultural uses to forests, commercial spaces to wetlands, it is important to know how the land is being used in the stream reach and in the greater watershed. The questions in this section only begin to scratch the surface of this understanding, but the process of identifying what might be playing a factor in your leaf pack monitoring result is a start.

Describe the main land use within the 30 meter reach area – 15 meters upstream and 15 meters downstream from the leaf pack location.

10. Current Land use Observed from the Leaf Pack Location Check all that apply

- ☐ Row Crop (in growing season)
- ☐ Row Crop (non-growing season)
- ☐ Pasture with animals
- ☐ Meadow
- ☐ Hay Field
- ☐ Golf Course
- ☐ Parks and Recreation
- ☐ Sewage Treatment Plant
- ☐ Forest
- ☐ Resoration Area (tree planting)
- ☐ ATV Trails
- ☐ Trails
- ☐ Mowed Lawn
- ☐ Active Construction
- ☐ Residential/Commercial
- ☐ Industrial
- ☐ Other _____

11. Percent of Impervious Surfaces Observed from the Leaf Pack Location Check all that apply

☐ <20% ☐ 20-50% ☐ >50%

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT YOUR STREAM

Simple measurements provide important supplemental information about the available habitat and size of the stream. Complete Activity 2 Determining Stream Discharge before placing any leaf packs in the stream to obtain the average stream width, stream depth, stream velocity and stream discharge.

12. Average Stream Width (m) _____

13. Average Stream Depth (m) _____

14. Stream Velocity (m/s) _____

15. Stream Discharge (m^3/s) _____

Biotic Index Data Sheet

Reproduce for use

Date: _____ Investigator Names: _____

Time: _____ AM/PM Leaf Pack Location: _____

1

Group 1: Sensitive	Group 2: Somewhat Sensitive	Group 3: Tolerant
☐ Stoneflies	☐ Damselflies	☐ Midge Flies
☐ Mayflies	☐ Dragonflies	☐ Black Flies
☐ Other Caddisflies	☐ Sowbugs	☐ Planarians
☐ Dobsonflies, Fishflies, and Alderflies	☐ Scuds	☐ Leeches
☐ Riffle Beetle Larvae/ Adults	☐ Crane Flies	☐ Left-Handed/ Lunged Snails
☐ Water Pennies	☐ Clams/Mussels	☐ Aquatic Worms
☐ Right-Handed/ Gilled Snails	☐ Crayfish	☐ Rat-Tailed Maggots
☐ Aquatic Snipe Flies	☐ Net-Spinning Caddisflies	
3 ☐ Number of TAXA	☐ Number of TAXA	☐ Number of TAXA

2

☐ **Sum of All Individuals**
(Add the values from all boxes next to the taxa names)

4

Number of TAXA x 3 = INDEX VALUE ☐

Number of TAXA x 2 = INDEX VALUE ☐

Number of TAXA x 1 = INDEX VALUE ☐

5

☐ **Pollution Tolerance Index (PTI) Score**
(Add the three Index Values)

Calculating the Biotic Index

Sort the macroinvertebrates into taxa groups.

1. Count the number of individual macroinvertebrates for each taxa. Record the quantity in the box to the left of the taxa name.
2. Determine the **Sum of All Individuals** by adding the numbers in the boxes next to all of the the taxa names. Record the total in the **Sum of All Individuals** box on the far right.
3. Count how many boxes in each sensitivity group column have a quantity entered. (Group 1 and Group 2: maximum 8, Group 3: maximum 7). Enter the **Number of TAXA** in the box at the bottom of each column.
4. Multiply the **Number of TAXA** by the weighting factor (3, 2 or 1) at the bottom of the column to obtain the **Index Value** for each Sensitivity Group.
5. Add the **Index Values** for the three groups to determine the **Pollution Tolerance Index (PTI) Score**. Enter the **PTI Score** in the box.
6. Determine the **Pollution Tolerance Index Rating** from the PTI Score.

6

POLLUTION TOLERANCE INDEX RATING		
23 or more	**Excellent**	☐
17-22	**Good**	☐
11-16	**Fair**	☐
10 or less	**Poor**	☐

Biotic Index Data Sheet

Date: 04/22/2019 Investigator Names: Vince, Mandy, Steve, Tara

Time: 11:00 AM/PM Leaf Pack Location: White Clay Creek above Spencer Road

1

Group 1: Sensitive		Group 2: Somewhat Sensitive		Group 3: Tolerant	
55	Stoneflies	0	Damselflies	13	Midge Flies
30	Mayflies	5	Dragonflies	5	Black Flies
16	Other Caddisflies	3	Sowbugs	8	Planarians
0	Dobsonflies, Fishflies, and Alderflies	0	Scuds	0	Leeches
4	Riffle Beetle Larvae/ Adults	3	Crane Flies	0	Left-Handed/ Lunged Snails
6	Water Pennies	1	Clams/Mussels	1	Aquatic Worms
10	Right-Handed/ Gilled Snails	0	Crayfish	0	Rat-Tailed Maggots
2	Aquatic Snipe Flies	22	Net-Spinning Caddisflies		
3 7	Number of TAXA	5	Number of TAXA	4	Number of TAXA

2

184 **Sum of All Individuals**
(Add the values from all boxes next to the taxa names)

4

Number of TAXA x 3 = INDEX VALUE 21

Number of TAXA x 2 = INDEX VALUE 10

Number of TAXA x 1 = INDEX VALUE 4

5

35 **Pollution Tolerance Index (PTI) Score**
(Add the three Index Values)

Calculating the Biotic Index

Sort the macroinvertebrates into taxa groups.

1. Count the number of individual macroinvertebrates for each taxa. Record the quantity in the box to the left of the taxa name.
2. Determine the **Sum of All Individuals** by adding the numbers in the boxes next to all of the the taxa names. Record the total in the **Sum of All Individuals** box on the far right.
3. Count how many boxes in each sensitivity group column have a quantity entered. (Group 1 and Group 2: maximum 8, Group 3: maximum 7). Enter the **Number of TAXA** in the box at the bottom of each column.
4. Multiply the **Number of TAXA** by the weighting factor (3, 2 or 1) at the bottom of the column to obtain the **Index Value** for each Sensitivity Group.
5. Add the **Index Values** for the three groups to determine the **Pollution Tolerance Index (PTI) Score**. Enter the **PTI Score** in the box.
6. Determine the **Pollution Tolerance Index Rating** from the PTI Score.

6 POLLUTION TOLERANCE INDEX RATING

23 or more	Excellent	✓
17-22	Good	
11-16	Fair	
10 or less	Poor	

EXAMPLE

Experiment Summary Data Sheet

Reproduce for use

	MACROINVERTEBRATE TAXON	CONTROL # Leaf Packs: # OF INDIVIDUALS	EXPERIMENTAL # Leaf Packs: # OF INDIVIDUALS
GROUP 1: SENSITIVE	STONEFLIES (Plecoptera)		
	MAYFLIES (Ephemeroptera)		
	OTHER CADDISFLIES (Trichoptera)		
	DOBSONFLIES, FISHFLIES and ALDERFLIES (Megaloptera)		
	RIFFLE BEETLES LARVAE/ADULTS (Elmidae)		
	WATER PENNIES (Psephenidae)		
	RIGHT-HANDED/GILLED SNAILS (Gastropoda)		
	AQUATIC SNIPE FLIES (Athericidae)		
GROUP 2: SOMEWHAT SENSITIVE	DAMSELFLIES (Odonata)		
	DRAGONFLIES (Odonata)		
	AQUATIC SOWBUGS (Isopoda)		
	SCUDS (Amphipoda)		
	CRANE FLIES (Tipulidae)		
	CLAMS/MUSSELS (Mollusca)		
	CRAYFISH (Decapoda)		
	NET-SPINNING CADDISFLIES (Hydropsychidae)		
GROUP 3: TOLERANT	MIDGE FLIES (Chironomidae)		
	BLACK FLIES (Simuliidae)		
	PLANARIANS (Turbellaria)		
	LEECHES (Hirudinea)		
	LEFT-HANDED/LUNGED SNAILS (Gastropoda)		
	AQUATIC WORMS (Oligochaeta)		
	RAT-TAILED MAGGOTS (Syrphidae)		
	Sum of All Individuals		
	Pollution Tolerance Index (PTI) Score		
	Pollution Tolerance Index Rating		

Name(s):

Date:

After completing a Biotic Index Data Sheet for each control Leaf Pack and Experimental Leaf Pack, enter the averages for the Control Leaf Packs and the Experimental Leaf Packs on the chart.

Experiment Summary Data Sheet

	MACROINVERTEBRATE TAXON	CONTROL # Leaf Packs: 4 # OF INDIVIDUALS	EXPERIMENTAL # Leaf Packs: 4 # OF INDIVIDUALS
GROUP 1: SENSITIVE	STONEFLIES (Plecoptera)	55	0
	MAYFLIES (Ephemeroptera)	30	0
	OTHER CADDISFLIES (Trichoptera)	16	0
	DOBSONFLIES, FISHFLIES and ALDERFLIES (Megaloptera)	0	0
	RIFFLE BEETLES LARVAE/ADULTS (Elmidae)	4	0
	WATER PENNIES (Psephenidae)	6	0
	RIGHT-HANDED/GILLED SNAILS (Gastropoda)	10	0
	AQUATIC SNIPE FLIES (Athericidae)	2	0
GROUP 2: SOMEWHAT SENSITIVE	DAMSELFLIES (Odonata)	0	0
	DRAGONFLIES (Odonata)	5	0
	AQUATIC SOWBUGS (Isopoda)	3	0
	SCUDS (Amphipoda)	0	0
	CRANE FLIES (Tipulidae)	3	0
	CLAMS/MUSSELS (Mollusca)	1	0
	CRAYFISH (Decapoda)	0	0
	NET-SPINNING CADDISFLIES (Hydropsychidae)	22	0
GROUP 3: TOLERANT	MIDGE FLIES (Chironomidae)	23	30
	BLACK FLIES (Simuliidae)	5	21
	PLANARIANS (Turbellaria)	8	17
	LEECHES (Hirudinea)	0	4
	LEFT-HANDED/LUNGED SNAILS (Gastropoda)	0	6
	AQUATIC WORMS (Oligochaeta)	1	4
	RAT-TAILED MAGGOTS (Syrphidae)	0	1
	Sum of All Individuals	184	83
	Pollution Tolerance Index (PTI) Score	35	7
	Pollution Tolerance Index Rating	Excellent	Poor

Name[s]:

Vince , Mandy

Steve , Tara

Date:

04/22/2019

After completing a Biotic Index Data Sheet for each control Leaf Pack and Experimental Leaf Pack, enter the averages for the Control Leaf Packs and the Experimental Leaf Packs on the chart.

EXAMPLE

GLOSSARY

-artificial leaf pack	A mesh bag containing leaves or grass that is placed in a stream to simulate natural leaf packs. Used in the study of aquatic macroinvertebrates.
-bank	Where a stream or river meets the land.
-biodiversity	The variety of living organisms present.
-bioindicator organisms	Groups of plants or animals that tolerate specific levels of pollution that are used to indicate water quality.
-biotic	Living things.
-biotic index	A method of estimating organic pollution by comparing the abundance of organisms and their tolerance to environmental stress.
-collectors	Macroinvertebrates that collect small/fine food particles by gathering or filtering them from the water.
-complete metamorphosis	The process of completing a four-stage life cycle consisting of egg, larva, pupa, and adult stages. Examples of insects that undergo complete metamorphosis are true flies, beetles, caddisflies, and dobsonflies.
-control leaf pack	Leaf packs that do not contain the experimental variable that are used to evaluate the influence of the experimental variable that is present in other leaf packs.
-decomposer	Bacteria and fungi that break down (decay) organic substances, such as dead plants (leaves) and animals.
-detritus	Dead plant or animal matter.
-experimental leaf pack	A leaf pack that includes an experimental variable.
-experimental variable	The one tested difference or change between experimental conditions. The purpose of the variable is to test a specific influence that will affect the colonization of the leaf pack.

-functional feeding groups	Method of classifying macroinvertebrates based on feeding adaptations and/or preferences.
-grazers/scrapers	Aquatic macroinvertebrates which feed on the algal coating of rocks and rubble. Often the bodies of these animals are flat, enhancing their ability to hold on in fast-flowing water. They include some caddisflies, water pennies, and certain midges and mayflies.
-habitat	The environment in which a plant or animal lives.
-incomplete metamorphosis	The process of completing a three-stage life cycle consisting of egg, nymph, and adult stages. Examples of insects that undergo incomplete metamorphosis are mayflies, dragonflies, damselflies, stoneflies, and true bugs.
-larval stage	Immature stage of an insect which undergoes complete metamorphosis.
-leaf pack	A naturally forming accumulation of leaves within a stream which provide habitat and food for aquatic organisms. The formation of leaf packs within a stream is directly related to the surrounding riparian vegetation and the forest canopy. See Artificial Leaf Pack.
-macroinvertebrate	Animal without a backbone and large enough to be seen with the unaided eye.
-nymphal stage	Immature stage of an insect which undergoes incomplete metamorphosis.
-percent EPT	The total number of Ephemeroptera (mayflies), Plecoptera (stoneflies) and Trichoptera (caddisflies) divided by the total number of all macroinvertebrates, divided by 100.
-pollution tolerance index rating	A component of the biotic index, which gives a range of poor, fair, good, and excellent for grading the health of a stream or river.
-pollution tolerance index score	A component of the biotic index, which gives a range of 0 – 23+ grading the health of a stream or river.
-pool	Deep section of a stream in which the flow or current is slow.
-predators	Animals that feed on other animals.

-pupal stage The transitional stage between the larva and the adult in an insect that undergoes complete metamorphosis.

-replicate A duplicate (e.g., a duplicate leaf pack) of the same experimental condition.

-riffle/riffle area The shallow area of a stream through which water moves swiftly and there are many rocks.

-riparian Pertaining to the streamside; the area adjacent to a stream (e.g., riparian vegetation is the vegetation found growing alongside a stream).

-shredders Aquatic macroinvertebrates that feed on leaf matter, breaking it down into finer matter, making it available for the collectors (see Collectors) to consume. Shredders include the craneflies, some caddisflies or stoneflies, sowbugs, and scuds.

-taxa (taxon) Taxonomic (see Taxonomy) group, whatever its ranking (e.g., class, order, family).

-taxonomy The science of classifying organisms according to their shared characteristics and evolutionary relationships.

-water quality The overall health of a body of water, including the measured chemical, physical, and biological characteristics.

-watershed A land area bounded by a divide and draining to a particular body of water or watercourse.

RESOURCES

A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America
J. Reese Voshell
McDonald & Woodward Publishing Co.
431 E College St
Granville, OH 43023

Aquatic Entomology
W. Patrick McCafferty
Jones and Bartlett Learning
5 Wall Street
Burlington, MA 01803

Beautiful Images of Macroinvertebrates
http://lifeinfreshwater.net/

Bugs of the Underworld Videos:
Ralph and Lisa Cutter

http://bit.ly/2KZQQCR

*The full DVD can be purchase on LaMotte's website

Creek Critters App
https://anshome.org/creek-critters/

Dichotomous Identification Key to Freshwater Macroinvertebrates:
https://stroudcenter.org/macros/key/

Field Manual for Water Quality Monitoring, 11th Edition
Mark Mitchell and William Stapp
Kendall/Hunt Publishing Company
4050 Westmark Drive
P.O. Box 1840
Dubuque, IA 52004-1840

Gallery of 3D Macroinvertebrate Images and Learning Library
Macroinvertebrates.org

Importance of Streamside Forests
https://stroudcenter.org/restoration/streamside-forests/

https://stroudcenter.org/research/landmarks/streamside-reforestation/

Leaf Pack Network®
https://leafpacknetwork.org/

Share data with other groups using the Leaf Pack Stream Ecology Kit.
Stroud Water Research Center
970 Spencer Road
Avondale, PA 19311

Linking Trees to Streams
https://leafpacknetwork.org/learn/linking-trees-streams/

Macroinvertebrate Links
Macroinvertebrates.org

Mayfly Hatching Video:
https://www.youtube.com/watch?v=gtXX9J7iZQA

Monitor's Guide to Aquatic Invertebrates
www.iwla.org

The Monitor's Handbook
http://www.lamotte.com/en/environmental-education-resources/handbooks

LaMotte Company
PO Box 329
Chestertown, MD 21620

Pond and Brook: A Guide to Nature Study in Freshwater Environments
Michael J. Caduto
Prentice-Hall Inc.
Upper Saddle River, NJ 07458

River Continuum Theory
https://stroudcenter.org/continuum/

Super coolio website, navigating through a watershed, learning about river continuum:

https://stroudcenter.org/education/curriculum/navigate-a-watershed/

Save Our Streams Program
Izaak Walton League of America
707 Conservation Lane
Gaithersburg, MD 20878-2983

301-548-0151

Water Quality App:
For Apple devices:

https://apple.co/2KqRJoA

For Android devices:

http://bit.ly/31H8lh9

Watershed Tea

https://stroudcenter.org/research/landmarks/watershed-tea/

WikiWatershed Toolkit
Web toolkit designed to help citizens, conservation practitioners, municipal decision-makers, researchers, educators, and students advance knowledge and stewardship of fresh water. This includes Model My Watershed, Monitor My Watershed, Runoff Simulation, EnviroDIY, Leaf Pack Network, and Water Quality Mobile App

WikiWatershed.org

WoW! The Wonders of Wetlands: An Educator's Guide
Environmental Concerns Inc.
Education Department
PO Box P
St. Michaels, MD 21663

REFERENCES

Cummins, K. W., and M. A. Wilsbach. Field Procedures for Analysis of Functional Feeding Groups of Stream Macroinvertebrates. Frostburg, MD: Appalachian Environmental Laboratory, University of Maryland, 1985.

Hilsenhoff, W. L. "Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family Level Biotic Index." Journal of the North American Benthological Society 7, no. 1 (1988): 65-68.

Kellog, Loren K. Save Our Streams Monitor's Guide to Aquatic Macroinvertebrates. 2nd ed. Gaithersburg, MD: Izaak Walton League of America, 1994, 60.

McCafferty, W. P. Aquatic Entomology. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers, 1998.

Merritt, R. W., and K. W. Cummins. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1984.

Mitchell, M., and W. Stapp. Field Manual for Water Quality Monitoring. 11th ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1997. 97-99.

Needham, J. G., and P. R. Needham. A Guide to the Study of Freshwater Biology. 5th ed. San Francisco: Holden-Day, Inc., 1974.

Pennak, R. W. Freshwater Invertebrates of the United States. 3rd ed. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966.

Sweeney, B. W. "Streamside Forests and the Physical, Chemical, and Trophic Characteristics of Piedmont Streams in Eastern North America" Water, Science, & Technology 26, no. 12: 2653-2673.

Sweeney, B. W. "Effects of Streamside Vegetation on Macroinvertebrate Communities of White Clay Creek in Eastern North America." Proceedings of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia 144 (1993): 291-340.

Ward, H. B., and G. C. Whipple. Freshwater Biology. 2nd ed. Edited by W. T. Edmonson. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966.

©Stroud Water Research Center

©LaMotte Company

LaMotte Company autoriza la copia de los materiales impresos para usarlos con este producto. Los materiales están protegidos por el copyright y la legislación correspondiente. Se prohíben las copias con fines comerciales.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Descripción general del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» 70

La Leaf Pack Network 70

¿Qué es un paquete de hojas?
- La relación entre árboles y ríos 72

Los paquetes de hojas como hábitats 72

Macroinvertebrados de agua dulce 73

Los ciclos vitales de los insectos acuáticos 74

Indicadores de la calidad del agua 75

Grupos alimenticios funcionales 75

El tamaño del río y la comunidad de macroinvertebrados 77

Una cadena de vida 79

La relación de la Leaf Pack Network con la ecología de los ríos 80

CAPÍTULO 2: EL MONITOREO CON PAQUETES DE HOJAS

Lista de materiales 81

Seguridad 82

Definición de un finalidad 83

Selección de un río que observar 83

Recolección de hojas 83

Preparación de los paquetes de hojas para colocarlos en el río 85

Colocación de los paquetes de hojas en el río 88

La recolección de los paquetes de hojas del río 90

Procesado de los paquetes de hojas 91

Clasificación e identificación 92

- Preparación para clasificación 93
- Clasificación e identificación 93
- Cálculo del índice bióti 94
- Cálculo del índice EPT 95
- Limpieza 96

Conclusión 97

Introducción de datos en el portal en línea de la Leaf Pack Network 97

CAPÍTULO 3: EL USO DE LOS PAQUETES DE HOJAS COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS

Plan de acción 98

El experimento de los paquetes de hojas 100

Otras actividades 109

- Actividad 1: Creación de una clave taxonómica de las hojas de árbol 109
- Actividad 2: Determinación del caudal del río 112
- Actividad 3: Juego de tarjetas identificadoras de macroinvertebrados 115

Finalidad del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» 116

Objetivos del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» 116

Alineación con los estándares científicos de próxima generación 117

FICHAS DE DATOS, BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Ficha de datos 117

- Ficha de campo/mapa del lugar 118
- Ficha de datos del hábitat 122
- Hoja de datos del índice biótico 126
- Ficha resumen del experimento 128

Glosario 130

Recursos 133

Bibliografía 134

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL «KIT DE HOJAS PARA ESTUDIAR LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS»

El «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» es una valiosa herramienta para establecer las condiciones de referencia en materia de **calidad del agua** y el finalidad periódico de un río local. Para recoger los datos sobre la calidad del agua con el fin de realizar un finalidad, siga las instrucciones del capítulo 2. Para usar el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» en actividades pedagógicas de diseño y métodos experimentales, encontrará más información en el capítulo 3, aunque, de todos modos, cada estudio de **paquetes de hojas** ofrecerá el mismo resultado:

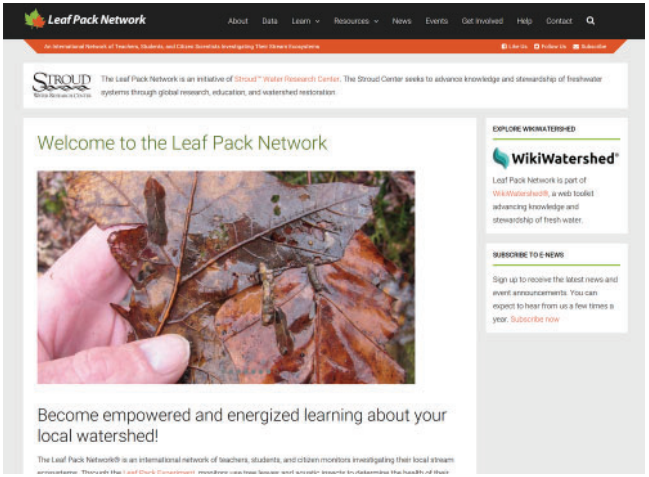
- Entender la estructura y la función de los **macroinvertebrados** de agua dulce dentro de la comunidad de un río.
- Relacionar la abundancia y la variedad de macroinvertebrados de agua dulce que colonizan los **paquetes artificiales de hojas** con:
    - » la calidad del agua;
    - » la influencia del bosque/paisaje circundante;
    - » la salud ecológica general de la comunidad del río.

LA LEAF PACK NETWORK®

En 1989, un científico del Stroud Water Research Center fue invitado a dar una clase sobre ríos en el instituto de su hija. Se le ocurrió que los paquetes de hojas serían una forma sencilla no solo de acercar los macroinvertebrados a la clase, sino también de implicar a los estudiantes. Tenía razón; y así nació la Leaf Pack Network®. La red también comenzó un proyecto piloto del Stroud Center en colaboración con la Hudson Basin River Watch y la Riverkeeper Network. El proyecto recibió el apoyo de una beca de la William Penn Foundation y de un contrato con el departamento de Conservación Medioambiental del estado de Nueva York.

La Leaf Pack Network (LPN) es una red formada por ciudadanos, profesores y estudiantes que están investigando los ecosistemas de sus ríos locales usando paquetes artificiales de hojas. Los métodos e investigaciones de supervisión usan el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» para mejorar el

conocimiento de los ecosistemas de los ríos, aprender los principios científicos y demostrar la importante conexión entre los bosques de ribera y la ecología de los ríos y ríos.



El finalidad con paquetes artificiales de hojas **replica** el proceso natural de las hojas que forman paquetes en los ríos. En pocas palabras, los paquetes artificiales de hojas (hojas secas en una bolsa de malla) se colocan en un río durante tres o cuatro semanas, momento en el que pasan a ser colonizados por macroinvertebrados. A continuación, los participantes cuantifican la abundancia relativa y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos que sabemos que son indicadores de la salud del río.

A través de la LPN, la ciudadanía desarrolla una conexión y comprende mejor los problemas que afrontan sus **cuencas** locales, además de conectar y compartir los resultados con otras personas que también están supervisando los ríos con paquetes artificiales de hojas en todo el mundo. Monitores voluntarios, profesores, estudiantes, educadores informales y grupos de conservación a lo largo de los Estados Unidos y de países como Kenia, Perú, Costa Rica, Guatemala, México, China y Canadá han sido formados en los protocolos de la LPN. Utilizada como una herramienta pedagógica, la Leaf Pack Network involucrará a los estudiantes en todo el proceso de diseño de un experimento, realización de una investigación y divulgación y comunicación de los resultados.

Para participar en la Leaf Pack Network, vas a necesitar:

- El manual del usuario y los materiales que se incluyen en el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos», o equivalentes.
- Acceso a Internet con un ordenador o un dispositivo inteligente (teléfono o tableta).
- Un río al que se pueda acceder de forma segura.

Se pueden usar los recursos del sitio web de la Leaf Pack Network (https://leafpacknetwork.org) para acceder al portal de datos en línea y consultar datos de un río o centro particular, acceder a diferentes recursos para aprender sobre las cuencas, la **biodiversidad** acuática o el análisis de los datos, y explorar enlaces a grupos y organizaciones interesantes que ofrecen información acerca de los ríos y los ríos.

Para obtener información más específica o sobre cómo pasar a formar parte de la Leaf Pack Network, o para conocer la disponibilidad de un taller en tu zona, contacta con el administrador de Leaf Pack: leafpacknetwork@stroudcenter.org.

¿QUÉ ES UN PAQUETE DE HOJAS? – LA RELACIÓN ENTRE ÁRBOLES Y RÍOS

Los ríos y la vida que contienen han evolucionado y cambiado en función de las condiciones forestales. Por ejemplo, la mayoría de los ríos de la zona oriental de los Estados Unidos estaban tradicionalmente en zonas arboladas. La caída de las hojas desde la cubierta forestal ocupaba un lugar muy destacado como recurso alimenticio de los ríos pequeños. Todos los ecosistemas dependen de un suministro estable de energía. La energía solar permite la fotosíntesis que aporta carbono (energía química) para el resto del sistema. Sin embargo, en muchos ríos de las cabeceras de cuenca, la luz del sol no puede alcanzar la superficie del agua debido a la sombra que proyecta la cubierta forestal. Por ello, la mayoría de estos ríos dependen de la caída de hojas durante el otoño para conseguir mucho del carbono que necesitan a lo largo del año.

Las hojas que caen dentro o cerca del río aportan moléculas orgánicas, creando un «té de cuenca» que desciende con la corriente y aporta alimento a lo largo del camino. En la superficie de las hojas hay una gran variedad de microbios (hongos y bacterias) y macroinvertebrados (larvas de insectos, crustáceos, etc.) que «procesan» las hojas y facilitan el flujo de energía por el sistema. La cantidad y variedad de hojas que están a disposición de la comunidad del río están determinadas por la presencia, salud y diversidad de la vegetación (**ribereña**) de las zonas adyacentes.

LOS PAQUETES DE HOJAS COMO HÁBITATS

Muchas hojas que caen o son llevadas por el viento hasta un río flotan corriente abajo y acaban en una roca dentro de un rápido. Los rápidos son zonas de un río en las que el fondo es rocoso y el agua se mueve **rápido**. Las hojas se acumulan detrás de las rocas, formando paquetes naturales de hojas. Los paquetes artificiales de hojas creados con el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» imitan estos Paquetes naturales de hojas. En los paquetes naturales de hojas y artificiales, después de unas semanas de inmersión, las hojas se ponen babosas con la colonización de hongos y bacterias, y, llegado el momento, son colonizadas por los macroinvertebrados.

Los paquetes de hojas ofrecen un **hábitat** importante para los macroinvertebrados en los ríos sanos. Las características físicas del propio río ofrecen muchos tipos diferentes

Figura 1. Paquetes naturales de hojas.
Las hojas que caen en los ríos se acumulan en paquetes detrás de ramas, rocas y otros obstáculos del río, formando paquetes naturales de hojas.

de hábitats que, a su vez, sostienen a macroinvertebrados especializados que ocupan nichos específicos de cada uno de estos hábitats diferentes. Por ejemplo, los rápidos (**zonas rocosas** con un flujo rápido) suelen ofrecer diversos entornos y las aguas rápidas ofrecen un suministro continuo de oxígeno y alimento a los macroinvertebrados. Los hábitats con un fondo lodoso y un flujo lento, como las zonas estancadas, facilitan un hábitat muy distinto; sostienen macroinvertebrados adaptados a estas condiciones específicas y contienen especies diferentes si los comparamos con los macroinvertebrados que vemos en los rápidos. Otros hábitats del río que también se pueden investigar son los fondos arenosos/limosos, las zonas próximas a **márgenes** con vegetación y aquellas otras en las que se acumulan restos leñosos. Cada tipo de hábitat ofrecerá un conjunto único de especies de macroinvertebrados.

Los ríos son entornos dinámicos por naturaleza, que a menudo muestran una variación marcada en condiciones como el flujo del río (p. ej., inundaciones o sequías), la temperatura (p. ej., caliente frente a frío) y la calidad y la cantidad de alimento (p. ej., la caída de hojas en otoño o el florecimiento de algas en verano). Esta variación de las condiciones se produce anual, estacional y diariamente, y contribuye de manera importante a la variedad y la abundancia de macroinvertebrados en los ríos.

MACROINVERTEBRADOS DE AGUA DULCE

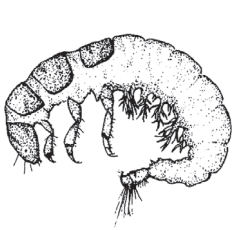
Una vez sumergido el paquete de hojas en un río durante varias semanas, las bacterias y los hongos acuáticos (**descomponedores**) empezarán a colonizar la superficie de las hojas. Los **detritos** de las hojas colonizados por estos microbios tienen un tacto «resbaloso o baboso». A medida que los hongos y las bacterias descomponen las hojas, los macroinvertebrados de agua dulce bentónicos se introducen en el paquete de hojas y comienzan su función de avanzar en su descomposición. Los macroinvertebrados de agua dulce bentónicos se pueden definir de la siguiente forma:

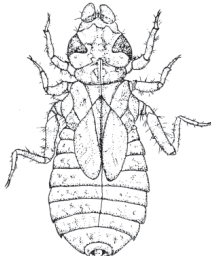
Bentónico = habita zonas/sustratos del fondo

Agua dulce = ríos, ríos, lagos, estanques

Macro = relativamente «grandes» (> 0,2-0,5 mm)

Invertebrado = animal sin vértebras





Estos macroinvertebrados desempeñan funciones importantes en las redes alimentarias del ecosistema del río. A los macroinvertebrados les puede costar digerir las hojas, que, a menudo, contienen nutrientes difíciles de absorber. Los hongos y las bacterias acuáticos que colonizan las hojas en la primera fase del proceso de descomposición ofrecen un componente esencial a la dieta de los macroinvertebrados. Las investigaciones indican que los distintos tipos de hojas ofrecen niveles nutritivos diferentes a los macroinvertebrados de agua dulce. Los experimentos con diferentes tipos de hojas de árboles pueden hacer más fácil comprender qué tipo de hoja prefieren ciertos macroinvertebrados.

LOS CICLOS VITALES DE LOS INSECTOS ACUÁTICOS

Muchos macroinvertebrados son insectos acuáticos, que pasan por distintos estadios desde el huevo al adulto. La cifra de estadios depende del tipo de metamorfosis o de la serie de cambios en el desarrollo que se produzcan. Los insectos que pasan por una **metamorfosis incompleta** pasan por tres etapas. Comienzan como huevos que eclosionan como ninfas y finalmente se convierten en adultos. El periodo inmaduro se denomina **estadio ninfal**. Entre los insectos que pasan una metamorfosis incompleta encontramos efímeras, libélulas, caballitos del diablo, **plecópteros** y **moscas**. Muchos de los insectos que pasan por la metamorfosis incompleta son acuáticos únicamente durante los estadios de huevo y ninfal. Los adultos alados no viven en el agua. Por ejemplo, a menudo podemos ver libélulas en su forma adulta volando junto a los ríos y ríos en verano.

Los insectos que pasan por una **metamorfosis completa** tienen cuatro estadios: huevo, larva, crisálida y adulto. Comienzan como huevos que eclosionan en minúsculas larvas; estas crecen y acaban entrando en un **estadio de crisálida**, en el que los insectos se transforman en adultos (de forma similar a como una oruga, cuando está en la crisálida, se transforma en mariposa). El periodo inmaduro se denomina **estadio larvario**. Algunos ejemplos de insectos acuáticos que pasan por una metamorfosis completa son los moscas, los escarabajos de agua, los frigáneas y coridálidos.

Muchos de los insectos que pasan por la metamorfosis completa son acuáticos durante los estadios de huevo, larva y crisálida, pero no en la fase adulta. Algunos insectos como los girínidos y los ditíscidos pupan fuera del agua en ramas colgantes y vuelven al agua como adultos.

La mayoría de los insectos que aparecen en los paquetes de hojas estarán en los estadios ninfal o

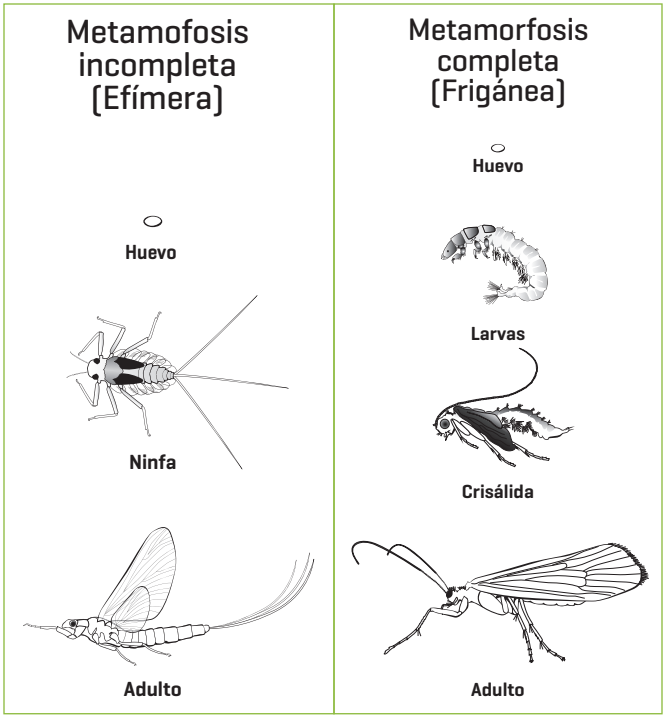


Figura 2. Metamorfosis incompleta y metamorfosis completa.
Macroinvertebrados acuáticos que pasan por distintas etapas desde el huevo al adulto.

larvario. El ciclo vital total de los macroinvertebrados oscila entre menos de dos semanas en el caso de algunos dípteros (mosquitos) y dos años o más en el caso de plecópteros, libélulas y coridálidos.

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

La capacidad de los macroinvertebrados de agua dulce de madurar no solo depende de unos factores físicos óptimos, sino también de los factores químicos de su entorno. Muchos macroinvertebrados necesitan un intervalo específico de parámetros químicos acuáticos (pH, oxígeno disuelto, temperatura, alcalinidad, etc.) para sobrevivir. Se puede usar la presencia o ausencia de estos organismos en un río para revelar la calidad ecológica global del agua. En general, las aguas no contaminadas acogen una mayor variedad de macroinvertebrados de agua dulce que las aguas contaminadas. Sin embargo, hay algunos macroinvertebrados que pueden tolerar las aguas contaminadas y podemos encontrarlos en mayor abundancia en ese tipo de aguas que en las que no lo están. Estos organismos están expuestos a todos los contaminantes que acaban en el río y sirven de barómetros vivos que pueden indicar cambios en la calidad del agua. Por consiguiente, los macroinvertebrados pueden actuar como **organismos bioindicadores** para valorar la calidad del agua y la salud general de la comunidad del río.

Puesto que los ríos son ecosistemas complejos, al introducir paquetes artificiales de hojas en un entorno concreto, también puede ser útil recopilar datos químicos y físicos usando un conjunto de kits de pruebas de campo y estudios visuales para lograr una evaluación más completa del río.

GRUPOS ALIMENTICIOS FUNCIONALES

Los macroinvertebrados se pueden clasificar no solo mediante la **taxonomía** tradicional, sino también por cómo se comportan en el ecosistema (figura 3). Este método de clasificación basado en las adaptaciones y/o las preferencias alimentarias se conoce como **grupos alimenticios funcionales**.

En una visión simplificada de la red alimenticia, estos grupos procesan los detritos de las hojas de forma gradual. Los trozos de detritos grandes y sus microorganismos asociados (hongos y bacterias) son comidos por determinados macroinvertebrados muy especializados. Este proceso produce partículas más pequeñas (heces y fragmentos de hojas, similares a las migas generadas después de comer galletas, por ejemplo), que aportan alimento a otros grupos alimenticios funcionales río abajo. Estos macroinvertebrados, a su vez, son una importante fuente de alimento para los **depredadores**. Ecológicamente, los macroinvertebrados son un primer vínculo entre la base de la red alimenticia (algas, detritos y microorganismos) y los animales más grandes situados cerca de la parte alta de la red alimenticia (p. ej., los peces).

Existe toda una serie de estrategias alimenticias (figura 4), entre otras las de los **trituradores** que descomponen las hojas. Al comerlas, los trituradores (entre otros, tipúlidos, algunos frigáneas, plecópteros, conchinillas de la humedad y anfípodos) convierten las hojas en partículas finas. Cuando las arrastra la corriente, esas partículas se convierten en alimento para otro grupo de animales que se alimentan de detritos, los **recolectores**.

Los recolectores usan diversos métodos para filtrar o agrupar las partículas finas. Los recolectores filtradores, como la mosca negra, usan unos filamentos similares a abanicos que tienen cerca de la boca para capturar las partículas alimenticias. Otros recolectores filtradores, como los frigáneas de hilado de la red, construyen redes similares a telarañas. Entre los recolectores que agrupan partículas encontramos efímeras y mosquitos.

Los **pasteadores** (también conocidos como **raspadores**) son otro grupo de macroinvertebrados de agua dulce que está presente en la comunidad del río, aunque estos organismos se alimentan de algas que crecen en la superficie de las rocas. Entre ellos se cuentan algunas frigáneas, monedas de agua y ciertos mosquitos y efímeras.

Los trituradores, recolectores y pasteadores son fuente de alimento para los depredadores, entre los que hay otros macroinvertebrados como las moscas dobson y las libélulas. Los depredadores tienen unas potentes piezas bucales que usan para sujetar a sus presas. Todos los macroinvertebrados, a su vez, son alimento para peces y aves.

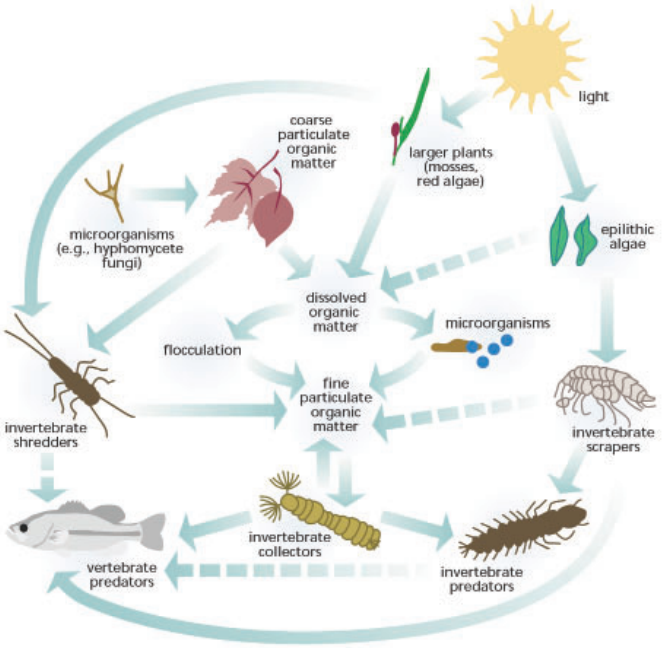


Figura 3. Red alimentaria en ríos pequeños.
Los macroinvertebrados se pueden clasificar por cómo funcionan en un ecosistema.
Imagen facilitada por "Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)."

Estrategia de alimentación	Categoría alimentaria
I. Trituradores	hojas muertas/macrófitos
II. Recolectores	partículas orgánicas finas (vivas/muertas)
Filtradores	partículas de la columna de agua
Mineros	partículas enterradas
Buscadores	depósitos en la superficie del fondo
III. Raspadores	algas bentónicas vivas (diatomeas)
IV. Perforadores	algas filamentosas vivas
V. Depredadores	otros invertebrados + peces pequeños

Figura 4. Grupos alimenticios funcionales.
Los macroinvertebrados se clasifican en función de las adaptaciones y/o preferencias alimentarias.

Para obtener una descripción más detallada de los grupos alimenticios funcionales y su relación con su ubicación en el río, visite https://www.leafpacknetwork.org/learn/linking-trees-streams.

EL TAMAÑO DEL RÍO Y LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

La caída de las hojas desde la cubierta forestal en pequeños ríos es una valiosa fuente de alimentos para los trituradores (figura 5), los macroinvertebrados que obtienen su nutrición principalmente de los hongos y bacterias que colonizan la superficie de las hojas. Las tipúlidos, plecópterus, conchinillas de la humidad son importantes miembros de este grupo.

Las hojas se acumulan en los paquetes, que se convierten en alimento para los trituradores.

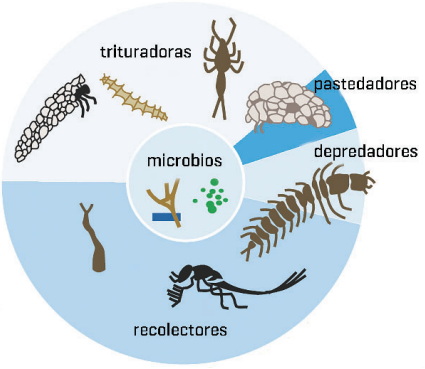
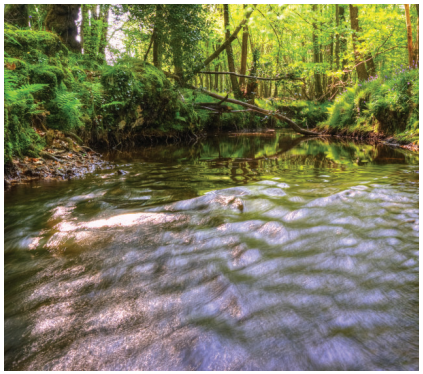


Figura 5. Ríos pequeños.
Los trituradores y los recolectores conforman el principal segmento de macroinvertebrados del río.

Imagen facilitada por "Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)."

A medida que el río se ensancha, los árboles no cuelgan tanto sobre la superficie del agua, por lo que esta queda expuesta a la luz del sol y la fotosíntesis dentro del río desempeña una función importante en la red alimenticia acuática. La cantidad de restos de hojas que llegan al río disminuye y las algas, debido a la mayor radiación solar, son más abundantes. A medida que la base alimenticia cambia, también cambia el tipo de invertebrados. Mientras aumentan los pasteadores/raspadores que utilizan el abundante recurso algoso, disminuyen los trituradores (figura 6). Los caracoles, barnáculo, algunas efímeras y las frigáneas que construyen cajas se adaptan a la alimentación con algas que crecen en las superficies de las rocas.



Al río de tamaño medio llega más luz solar.

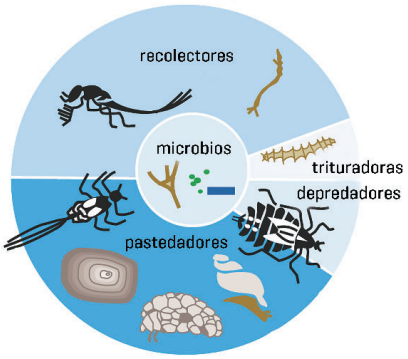


Imagen facilitada por "Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)."

Figura 6. Ríos de tamaño medio.
Los recolectores reúnen o filtran trozos de plantas, heces y plancton. Los pasteadores, también conocidos como raspadores, buscan algas.

Siguiendo el curso, el canal del río se vuelve más ancho y profundo. Los árboles únicamente proyectan su sombre sobre el borde del agua y la luz solar, aunque abundante, no penetra hasta el fondo del río debido a la turbiedad provocada por la escorrentía desde tierra. La base alimenticia está dominada por el fitoplancton y las partículas orgánicas finas en suspensión generadas en tramos previos del río y en los terrenos inundables del río. Los recolectores filtradores (figura 7), como los mejillones y las almejas, están adaptados a filtrar estas partículas finas de la columna de agua. Para completar la ecología de la red alimenticia, encontramos un grupo diferente de depredadores a lo largo de todo el río que se alimentan de todos los demás grupos alimenticios.

Río grande

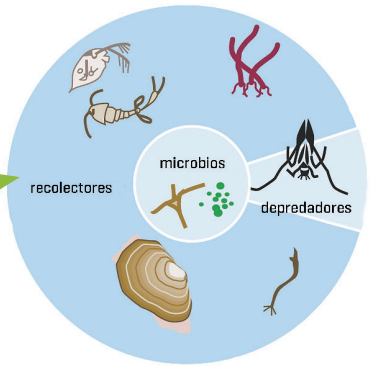


Imagen facilitada por "Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)."

Figura 7. Ríos grandes.
Los recolectores filtradores, como los mejillones, se encuentran con mayor frecuencia en cursos más grandes.

UNA CADENA DE VIDA

El primer director del Stroud Center tuvo una idea innovadora para estudiar toda la cuenca en contraposición con el estudio únicamente de secciones de un río, como se solía hacer en el pasado. Las condiciones físicas varían mucho en los pequeños ríos de cabecera si las comparamos con las de los grandes ríos. Por ejemplo, el ancho, la profundidad, la velocidad y la temperatura de un río cambian constantemente a medida que el agua sigue su curso. Lo que es más importante: estos cambios están interrelacionados y, debido a que un cambio es un factor que afecta a todos los demás, el patrón de un río es predecible y continuo (figura 8). Un río no solo cambia físicamente a medida que seguimos su corriente, también cambia biológicamente.

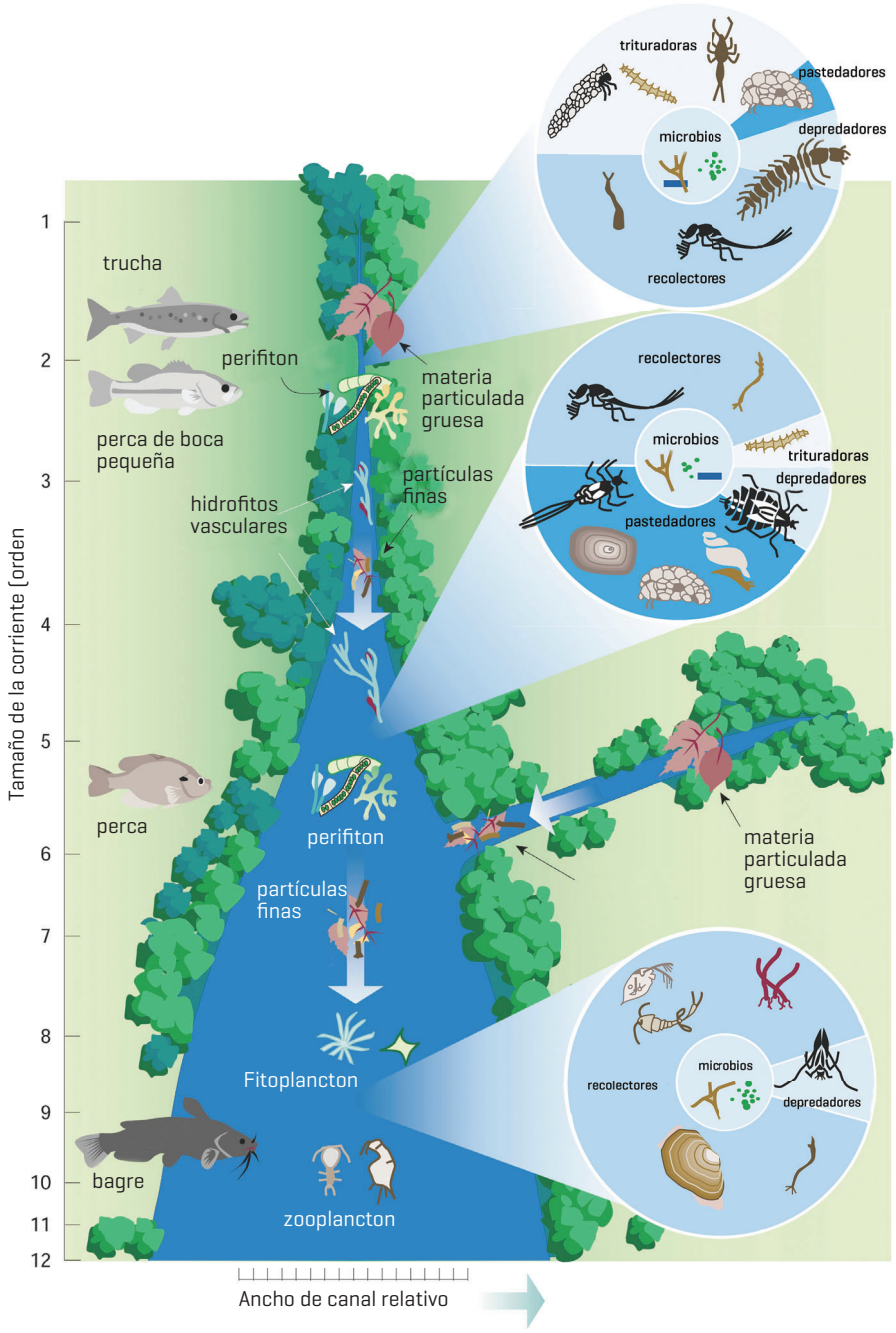


Figura 8.

Teoría de la continuidad del río.
Las características físicas y biológicas cambian a lo largo de un río.

(Fuente: Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., y Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 32, 130-137. Reimpreso con el permiso de NRC Research Press. Imagen facilitada por "Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, 10/98, by the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)."

LA RELACIÓN DE LA LEAF PACK NETWORK CON LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS

La **teoría de la continuidad del río** (figura 8) relaciona la continuidad de los cambios físicos con los cambios biológicos que se producen en todo el sistema fluvial. Un río es un continuo único que fluye ininterrumpidamente desde su nacimiento hasta el mar y, para entenderlo, hay que entender lo que sucede río arriba y lo que llega a él desde su cuenca. Esta se convirtió en la primera hipótesis unificada sobre cómo funcionan los ríos y sus cuencas. En la actualidad, la teoría del río continuo es el estudio más citado en el campo de la ecología de los ríos y sigue ofreciendo un modelo conceptual para comparar los sistemas de los ríos en todo el mundo.

Las primeras investigaciones realizadas sobre la continuidad del río sentaron las bases para estudios más recientes que relacionan los bosques de ribera con los ecosistemas de los ríos. Es bien sabido que los bosques de ribera pueden funcionar como filtros de la contaminación. Las investigaciones en curso han determinado que, además de actuar como amortiguadores de la contaminación, los bosques de ribera son integrales y una parte esencial del ecosistema de los ríos, que afecta al aspecto físico, químico y biológico de estos.

Los científicos del Stroud Center han usado los paquetes de hojas para comprender mejor el ecosistema de los ríos. En Costa Rica, por ejemplo, se han usado paquetes de hojas para estudiar en qué se diferencian los ríos tropicales de los de las zonas templadas. En el río Flint (Georgia, EE. UU.), se han utilizado paquetes de hojas para evaluar los efectos de los vertidos industriales. Asimismo, los científicos han usado paquetes de hojas para estudiar los resultados de aquellos esfuerzos para crear y protejer bosques de ribera. Independientemente del lugar del planeta en el que estemos, los paquetes de hojas pueden pintar valiosos retratos de las comunidades de macroinvertebrados, la calidad del agua y la salud de las cuencas.

CAPÍTULO 2:
EL FINALIDAD CON PAQUETES DE HOJAS

LISTA DE MATERIALES

Contenido del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos»

Materiales incluidos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
6	Bolsas de malla de plástico
6	Etiquetas para las bolsas
6	Bolsas plásticas grandes con cierre hermético
60	Platos de Petri
30 ft	Cordel de nylon
1 set	Termómetros
1	Marcador impermeable
1	Escala
12	Cepillos
1	Tamiz, malla de 500 micras
6	Bandejas de clasificación
1	MacroLens™
6	Lentes de mano
12	Cucharas blancas de plástico
2	Reglas
1	Guía de identificación de árboles
1	Manual del usuario de Leaf Pack Stream Ecology Kit
6	Lámina de clasificación de macroinvertebrados acuáticos
1 Set	Macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: tarjetas flash de identificación
1	Clave dicotómica de identificacion de macroinvertebrados acuáticos

Otros materiales

- Hojas de árboles secos, 180g (30g por paquete de hojas)
- Tijeras
- Hielera y bolsas de hielo

Materiales opcionates

- Martillo de roca o martillo de trineo
- Varilla o bloque de hormigón hueco
- Barra de refuerzo (barra de refuerzo), sección de 1 metro o apuestas fuertes.
- Microscopio de disección
- Cubo
- Macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: tarjetas de ciclo de vida y hábitat (Código 5946)

El kit de ecología de flujo de paquete de hojas proporciona materiales para seis paquetes de hojas y seis estaciones de clasificación. Los procedimientos se escriben para usarse con el manual y los elementos que se incluyen en el kit. Se pueden realizar sustituciones con artículos equivalentes.

SEGURIDAD

La seguridad y la salud son factores importantes que se deben considerar a la hora de planificar el finalidad con paquetes de hojas. A continuación, ofrecemos consejos que te van a ayudar a que la experiencia resulte divertida y segura.

- Respeta todas las normas de seguridad e indicaciones de la escuela u organización relacionadas con las actividades de laboratorio o en exteriores.
- Respeta la legislación nacional en materia de recolección de macroinvertebrados. Puede que necesites una licencia de pesca o recolección si se considera que los macroinvertebrados son cebo para peces.
- Asegúrate de que el lugar de recolección de muestras está en una propiedad pública o, si el acceso al río está en una propiedad privada, de que has obtenido el permiso correspondiente.
- El tramo del río o río debe ser caminable. No te adentres en un río que tenga un nivel de agua que te llegue por encima de las rodillas. Al trabajar en ríos, presta especial atención a no resbalar y caer en aguas profundas.
- Cuando trabajes cerca de aguas profundas o rápidos, ponte un chaleco salvavidas.
- Si hace frío o viento, es especialmente importante disponer de ropa seca o mantas por si alguien se moja.
- Consulta el pronóstico del tiempo y organiza tus actividades de campo teniéndol o en cuenta.
- Si se ven rayos o se escuchan truenos, no trabajes dentro ni cerca del agua. Busca refugio de inmediato.
- Si existen dudas sobre la calidad del agua, ponte guantes protectores y botas para entrar en contacto con el agua. Lávate las manos después de colocar, recoger y procesar los paquetes de hojas. Nunca bebas el agua.
- Lleva un kit de primeros auxilios y un móvil.
- Dile a alguien adónde vas y cuándo tienes previsto regresar.
- Lee las instrucciones de todos los procedimientos antes de empezar el proyecto.

DEFINICIÓN DE UNA FINALIDAD

Una finalidad con paquetes de hojas es un proceso que dura 3-4 semanas y requiere tiempo y planificación. Antes de empezar, es importante establecer qué pregunta se quiere responder y el objetivo del proyecto: la finalidad. ¿Se realiza el finalidad para establecer las condiciones de referencia que permitan conocer la salud de un río o río? ¿O se van a utilizar los resultados en un ambiente escolar para enseñar a los alumnos cómo se hacen diseños experimentales? Para obtener más información sobre el uso de los paquetes de hojas como herramientas pedagógicas, consulta el capítulo 3.

SELECCIÓN DE UN RÍO QUE OBSERVAR

Otra consideración que conviene realizar es qué río se va a supervisar o estudiar y si el río tiene un acceso legal. El río ideal sería un río pequeño en el que se puedan colocar los paquetes de hojas en hábitats de rápidos poco profundos o incluso corredores, pero no un río con aguas profundas estancadas o ríos más grandes. Una buena regla de oro es colocar los paquetes de hojas en aguas superficiales en las que el nivel de agua nunca llegue por encima de las rodillas.

Para ayudar a tomar decisiones relativas a los métodos, finalidad y a cómo empezar, contacta con el administrador de la Leaf Pack Network en el Stroud Water Research Center (leafpacknetwork@stroudcenter.org). La Leaf Pack Network también ofrece talleres presenciales de 1-2 días.

LA RECOLECCIÓN DE HOJAS

Lista de materiales

Otros materiales	Materiales opcionales
• Hojas de tres tipos	• Periódicos • Bolsas de papel para guardar hojas secas.

Los paquetes artificiales de hojas replicarán un paquete natural de hojas de un río. Los paquetes naturales de hojas tienen capas de hojas, normalmente atrapadas contra una roca, por las que fluye rápidamente el agua del río y que las mantiene en su sitio.

Procedimiento

Antes del finalidad, habrá que recoger y secar hojas que sean lo bastante fuertes para permanecer intactas y atraer a macroinvertebrados como fuente alimenticia y hábitat. Si se está estudiando un río para conocer las condiciones de referencia, habrá que elegir hojas de una especie de árbol que sea autóctona del río. Es recomendable incluir hojas de especies arbóreas dominantes.

Consejos para la recolección de hojas:

- Recoge hojas que ya hayan caído de los árboles. Si esto no es posible, se pueden usar hojas «verdes» o vivas, pero será necesario secarlas.
- Recoge hojas secas. Si las hojas están húmedas, ponlas sobre un periódico, en un lugar cubierto, hasta que se sequen del todo. Si es necesario, puedes guardar las hojas en bolsas de papel hasta que vayas a utilizarlas.
- Recoge una cantidad suficiente de hojas; aproximadamente 15-30 g por cada paquete de hojas.
- Elige hojas que tengan el tamaño de una mano o más pequeñas.
- Para seleccionar una hoja que no se rompa demasiado rápido en el río, dobla una hoja seca por la mitad. Si se rompe fácilmente, es una buena hoja para usarla en un paquete de hojas. Si se desmenuza en muchos trozos que parecen migas, no la uses para un paquete de hojas.
- Las hojas que se guardan mucho tiempo suelen ser demasiado viejas y se descomponen en trocitos. No servirán para un paquete de hojas, por lo que debes descartarlas.

PREPARACIÓN DE LOS PAQUETES DE HOJAS PARA COLOCARLOS EN EL RÍO

Lista de materiales

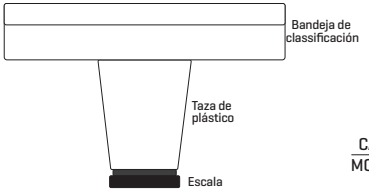
Incluidos en el kit	Otros materiales	Materiales opcionales
• Bolsas de malla de plástico, 3 • Etiquetas para bolsas, 3 • Cordel de nylon • Marcador impermeable • Escala • Termómetro • Ficha de campo/mapa del lugar • Guía de identificación de árboles	• Hojas de tres tipos • Tijeras • Tarro plástico	• Varilla o bloque de hormigón hueco • Mazo

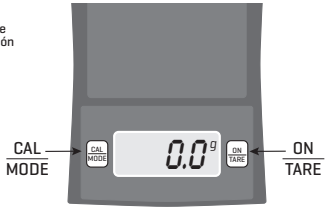
* Cuanto mayor sea el diámetro de apertura del vaso de plástico, más estables serán los componentes del proceso de pesado. Se recomienda un diámetro de 3,5" o superior. El vaso debe ser lo suficientemente alto como para que la bandeja de clasificación quede elevada por encima de la balanza de modo que la pantalla sea visible.

Procedimiento

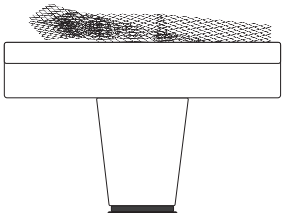
Cada paquete de hojas artificiales constará aproximadamente de unos 10 gramos de tres tipos de hojas, es decir, un peso total de unos 30 gramos por cada bolsa de malla.

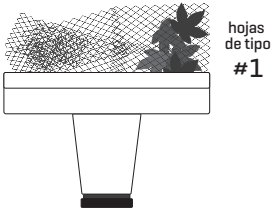
1. Identifique los tres árboles o arbustos más comunes cerca del río. Escoja tres especies nativas que se encuentren en la cuenca cuando supervise las condiciones de base o la calidad del agua.
2. Recoja hojas y sepárelas por tipos. Seque las hojas cuando sea necesario.
3. Coloque la balanza en una superficie plana, a nivel.
4. Coloque un vaso de plástico ligero sobre la balanza.
5. Sobre el vaso, coloque una bandeja clasificadora.
6. Pulse el botón ON/TARE de la balanza y póngala a cero. Asegúrese de que la balanza está en gramos (g).

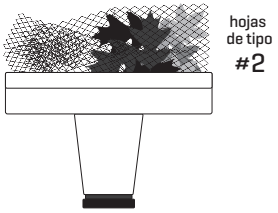


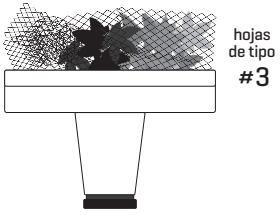


7. Coloque una bolsa de malla vacía en la bandeja. Registre el peso de la bolsa de malla.
8. Retire la bolsa de la bandeja.
9. Abra la bolsa hasta el final. Haga un nudo si la bolsa no está cerrada.
10. Añada aproximadamente 10 gramos de hojas de tipo #1.
11. Pulse el botón ON/TARE de la balanza y póngala a cero.
12. Coloque la bolsa de malla con las hojas sobre la bandeja. Registre el peso.
13. Retire la bolsa de la bandeja.
14. Añada aproximadamente 10 gramos de hojas de tipo #2.
15. Pulse el botón ON/TARE de la balanza y póngala a cero.
16. Coloque la bolsa de malla con las hojas sobre la bandeja. Registre el peso.
17. Retire la bolsa de la bandeja.
18. Añada aproximadamente 10 gramos de hojas de tipo #3.
19. Pulse el botón ON/TARE de la balanza y póngala a cero.
20. Coloque la bolsa de malla con las hojas sobre la bandeja. Registre el peso final.
21. Repita los pasos 6 a 20 para hacer otros dos paquetes de hojas.

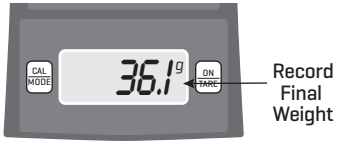




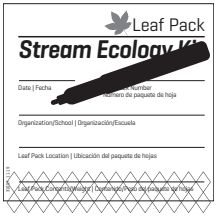




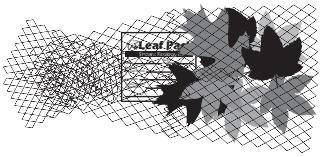
Nota: Si el flujo del río es mínimo, se pueden hacer paquetes de hojas más pequeños para que puedan permanecer sumergidos (es decir, en lugar de tres paquete de hojas de 30g, hacer seis paquetes de hojas de 15g).

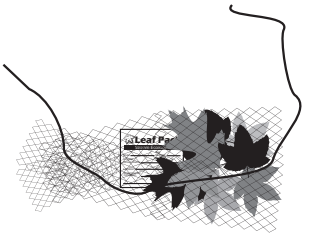


22. Cree una etiqueta para cada bolsa de malla usando el marcador resistente al agua. Registre la información en la Hoja de datos
    - fecha
    - número de paquete de hojas
    - organismo/escuela
    - localización del paquete de hojas
    - contenido/peso del paquete de hojas



23. Coloque una etiqueta en cada bolsa de paquete de hojas
24. Haga un nudo en cada bolsa de paquete de hojas para cerrarla.
25. Ate un hilo de nailon alrededor de cada bolsa para que el paquete de hojas se pueda atar a una roca o una barra.





Por ejemplo

La bolsa de malla vacía pesa 5,9 gramos, hay 10,4 gramos de Hoja Tipo # 1, 9,8 gramos de Hoja Tipo # 2 y 10,0 gramos de Hoja Tipo # 3 para un peso total de 36,1 gramos.

Bolsa de malla vacía	5,9 g
Bolsa (5,9 g) + Más hojas tipo #1 (10,4 g)	16,3 g
Bolsa (5,9 g) + Más hojas tipo #1 (10,4 g) + Más hojas tipo #2 (9,8 g)	26,1 g
Bolsa (5,9 g) + Más hojas tipo #1 (10,4 g) + Más hojas tipo #2 (9,8 g) + Más hojas tipo #3 (10,0 g)	36,1 g
Peso final del paquete	**36,1 g**

Nota: El procedimiento se basa en la función de apagado automático de la báscula a los 30 segundos y la asunción de que probablemente se tardará más de 30 segundos en colocar las hojas en la bolsa.

COLOCACIÓN DE LOS PAQUETES DE HOJAS EN EL RÍO

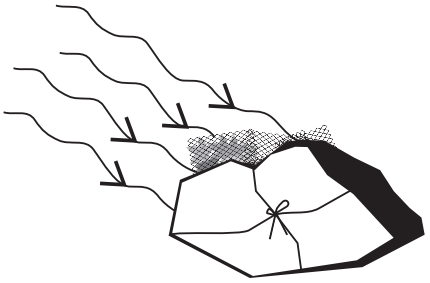
Lista de materiales

Incluidos en el kit	Otros materiales
• Cordel de nylon • Termómetros • Regla • Ficha de campo/ mapa del lugar • Ficha de datos del hábitat	• Paquetes de hojas, 3 • Lápiz

Procedimiento

Nota: Si se va a determinar el caudal del río, hay que hacerlo antes de colocar los paquetes de hojas en este. Sigue el procedimiento indicado en «Otras actividades» (capítulo 3).

1. Encuentra una zona de un río pequeño en el que se podría formar naturalmente un agrupamiento de hojas, como en el lado orientado corriente arriba de una roca grande o un tronco. Asegúrate de que el agua sea lo bastante profunda para que los paquetes estén totalmente sumergidos al introducirlos en el río. Coloca los paquetes de hojas a, al menos, una distancia de 30-60 cm entre ellos dentro del mismo rápido, en el lado orientado corriente arriba de la roca o tronco, de tal forma que la mayor superficie posible quede dirigida a la corriente.
2. Es mejor atar los paquetes de hojas directamente a rocas existentes en el río en un hábitat de rápido. Si no hay rocas, usa raíces que sobresalgan o bloques de hormigón con varillas de refuerzo. Utiliza un mazo para pasar una varilla por la parte hueca de cada bloque y fijarlo al lecho del río. No olvides retirar los bloques de hormigón y la varilla cuando termine el proyecto.
3. Asegúrate de que todos los paquetes de hojas estén sumergidos, bien atados y que no flotan arriba y abajo en la columna de agua. Los paquetes de hojas que se agitan con la corriente no están bien colocados e influirán negativamente en la colonización de macroinvertebrados. Si el paquete de hojas no está bien fijado, podría desplazarse y flotar río abajo.



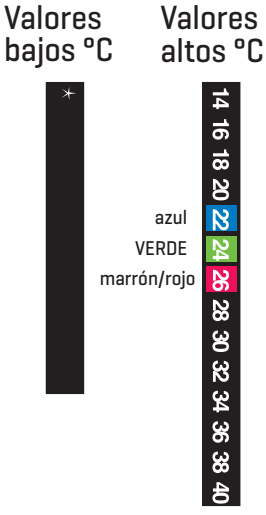
4. Anota la información sobre el lugar y la colocación de los paquetes de hojas en la ficha de campo/mapa del lugar.

   Nota: Se crearán campos de datos como «Código del lugar» y «Nombre del lugar» en el portal de datos de la Leaf Pack Network.

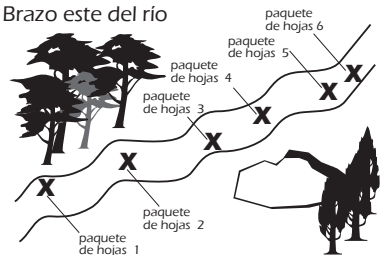
USO DE LOS TERMÓMETROS

En el kit de los paquetes de hojas se incluyen dos termómetros. Las partes posteriores son adhesivas. Antes de ir al río, pega cada termómetro a una regla para que resulte más fácil sujetarlos.

El termómetro de valores bajos mostrará números en la pantalla de cristal líquido cuando se active con las bajas temperaturas. El termómetro de valores altos tiene ventanas de cristal líquido. La temperatura exacta se indica en una pantalla VERDE. La pantalla verde estará normalmente entre una pantalla azul y otra marrón/roja.



5. Haz un croquis de la zona del río en el mapa del lugar. Muestra la posición de cada paquete de hojas en el río e indica cualquier punto de referencia que pueda ayudar a localizarlos (p. ej., un sendero, un Higuerón grande, un columpio de cuerda, etc.). Los paquetes de hojas pueden llegar a quedar cubiertos con sedimento y algas, por lo que puede resultar difícil localizarlos semanas después. Puede resultar útil colocar marcadores a lo largo de la ribera del río para indicar la ubicación de cada paquete. Sin embargo, también pueden atraer la atención sobre ellos y generar vandalismo.



6. Rellena la ficha de datos del hábitat (opcional).
7. Deja los paquetes de hojas en el río durante 3-4 semanas. Si es posible, revisa los paquetes de hojas regularmente para asegurarte de que siguen estando estables y sumergidos, especialmente después de una tormenta. Anota cualquier tormenta, inundación o sequía en la ficha de datos de campo.

   Si está prevista una tormenta después de que los paquetes de hojas hayan estado en el río al menos tres semanas, retira los paquetes de hojas antes de la tormenta. Si se produce una tormenta durante la primera o segunda semana posterior a la inmersión, comprueba que no haya un exceso de sedimento en cada paquete de hojas. Si hay demasiado sedimento, aclara cada paquete con agua del río y déjalos en el río otra semana, o más tiempo, con respecto al plazo originalmente previsto. Retirar los paquetes de hojas antes de que hayan transcurrido 3-4 semanas afectará a los resultados.

LA RECOLECCIÓN DE LOS PAQUETES DE HOJAS DEL RÍO

Lista de materiales

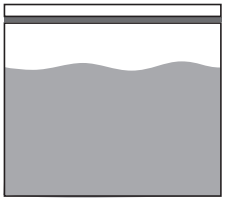
Incluidos en el kit	Otros materiales	Materiales opcionales
• Bolsas de malla de plastico • Tamiz • Ficha de datos de campo con mapa del lugar completado	• Tijeras • Licencia o permiso para recoger macroinvertebrados acuáticos, si fuese necesario	• Cubo, 10-15 litros • Hielera y bolsas de hielo • Oxigenador para acuario

Procedimiento

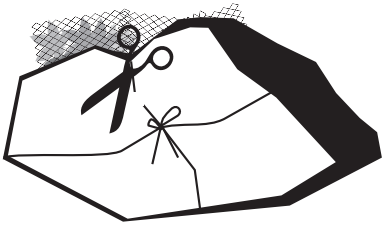
Los paquetes de hojas no se deberán recoger inmediatamente después de una tormenta porque los macroinvertebrados podrían haber sido arrastrados corriente abajo u ocultados en el sustrato del río.

Nota: Todos los macroinvertebrados serán devueltos vivos al río después de realizar la recolección, clasificación y recuento.

1. Consulta el mapa del lugar para identificar la ubicación de cada paquete de hojas. Los paquetes de hojas serán recogidos empezando por el paquete situado más abajo en el río y se avanzará corriente arriba.
2. Rellena el resto de la información en la ficha de datos de campo.
3. Recoge agua del río en un cubo para poder utilizarla durante la clasificación de los macroinvertebrados. Mantén el agua fresca. Se puede usar también agua del grifo. El agua del grifo con cloro debe dejarse reposar durante tres días para que el cloro se pueda evaporar. El cloro matará a los macroinvertebrados.



4. Pon suficiente agua del río en el fondo de una bolsa de plastico para cubrir totalmente los paquetes de hojas. También puedes usar un cubo.
5. A la hora de retirar los paquetes de hojas del río, sujeta con cuidado el paquete de hojas sumergido con una mano mientras mantienes el tamiz en el agua con la otra, justo debajo del paquete de hojas, como si lo fuera a recoger. Una segunda persona deberá cortar el cordel que sujetaba el paquete de hojas a la roca o bloque.
6. Rápidamente, pero con cuidado, levanta el paquete de hojas con el tamiz. Coloca el paquete de hojas en la bolsa. Limpia clara el tamiz, vertiendo el contenido en la bolsa. Sella la bolsa. Debes actuar rápido porque algunos insectos son muy rápidos e intentarán escapar.
7. Repite la operación con los otros paquetes.



8. Se recomienda realizar el análisis en la ribera o colocar las bolsas en una hielera para llevar los paquetes a un lugar cubierto. Algunos invertebrados son muy sensibles a los cambios de temperatura. Por ello, intenta mantenerla estable y fresca, y devuélvelos al río lo antes posible. Si no es posible realizar el análisis de inmediato, la mayoría de los insectos acuáticos sobrevivirán en los paquetes de hojas que se mantengan en hieleras con hielo o refrigerados durante la noche. Si los macroinvertebrados están en un cubo, se recomienda utilizar un oxigenador para acuarios.

Para conservar a los macroinvertebrados hasta el día siguiente:

- Coloca las bolsas con los paquetes de hojas en una hielera que esté llena de agua del río y déjalos en el exterior si la temperatura es inferior a 15 °C. Mantén la hielera alejada de la luz directa del sol.
- Pon paquetes de hielo en la hielera si la vas a guardar en interiores.
- Guarda las bolsas con los paquetes de hojas en un frigorífico.
- Si los insectos están sueltos en un cubo de agua del río, usa un cubo aislado (cubo para cebo) con de acuario.

PROCESADO DE LOS PAQUETES DE HOJAS
(en la ribera o en interiores)

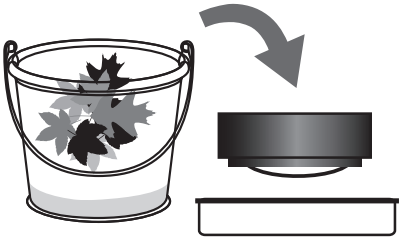
Lista de materiales

Incluidos en el kit	Otros materiales	Materiales opcionales
• Bandejas de classificación • Tamiz	• Cubos • Agua del río • Paquetes de hielo/ frigorífico	• Frascos rociadores

Procedimiento

Es preferible el procesado junto al río. Mantén los paquetes de hojas en una hielera con paquetes de hielo o en un frigorífico hasta que los proceses.

1. Llena tres cuartas partes de un cubo con agua del río.
2. Retira el cordel de un paquete de hojas, desatándolo o cortándolo.
3. Deshaz con cuidado el nudo de la bolsa de malla.
4. Pasa el contenido del paquete de hojas al cubo.
5. Aclara los contenidos restantes de la bolsa con cierre hermético para echarlos también en el cubo.
6. Repite los pasos 2 a 4 con cada paquete de hojas.
7. Pasa el contenido a otro cubo pasándolo por el tamiz, para recoger en este los macroinvertebrados. Si hay mucho sedimento, vierte algo más de agua del río sobre el tamiz para eliminarlo.
8. Procede con la preparación para la clasificación.



Si la clasificación e identificación se va a realizar en otro lugar, transfiere los macroinvertebrados del tamiz a un cubo que contenga suficiente agua del río para cubrir el contenido. Puede resultar útil usar un frasco rociador para echar agua en la parte posterior del tamiz y soltar a los macroinvertebrados.

CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN

Lista de materiales

Incluidos en el kit	**Otros materiales**	**Materiales opcionales**
• Bandejas de classificación • Platos de Petri • Cucharas • Cepillos • Lentes de mano • MacroLens • Lámina de clasificación de macroinvertebrados acuáticos • Tarjetas identificadoras de macroinvertebrados acuáticos de agua dulce • Clave dicotómica de identificacion de macroinvertebrados acuáticos • Ficha de datos del índice biótico	• Cubos • Agua del río • Paquetes de hielo/ frigorífico	• Vasos • Cuencos • Frascos rociadores • Microscopio de disección • Claves de identificación

Procedimiento: preparación para la clasificación

El «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» incluye seis bandejas de plástico y seis hojas de clasificación. El procedimiento de clasificación está pensado para dividir el contenido de un paquete de hojas en varias bandejas, de manera que un grupo o equipo clasifique los macroinvertebrados de un paquete de hojas.

1. Divide el contenido del paquete en las bandejas de classificación, que deberán contener un par de centímetros de agua de río. Si el tiempo lo permite, revisa las hojas reservadas en la bolsa con cierre hermético del paquete de hojas analizado para detectar algún macroinvertebrado que se pueda haber pasado por alto. Añádelo a las bandejas. Procede con la clasificación e identificación.
2. Repítelo con cada paquete de hojas.

   Si el agua de las bandejas empieza a calentarse, coloca las bandejas sobre una bolsa de plástico llena de hielo para mantener a los macroinvertebrados frescos.

Procedimiento: clasificación e identificación

Rellena una ficha de **datos del índice biótico** por cada paquete de hojas.

1. Coloca una placa de Petri en cada círculo de la hoja de clasificación de macroinvertebrados de agua dulce.
2. Utiliza una cuchara para llenar cada placa de Petri con agua.
3. Usa un cepillo o cuchara para transferir el macroinvertebrado de las bandejas a la placa de Petri situada junto al dibujo al que se parezca. Coloca todos los macroinvertebrados que se parezcan en la misma placa de Petri.

   Usa las lupas y el MacroLens para comprobar las características especiales de cada macroinvertebrado. Consulta las tarjetas identificadoras y la clave dicotómica de macroinvertebrados acuáticos de agua dulce para obtener una lista de sus características. Mantén los macroinvertebrados en el agua en todo momento.

Procedimiento: cálculo del índice biótico

Mediante experimentos controlados y observaciones de campo, los científicos han aprendido que algunos organismos acuáticos son especialmente sensibles a tipos y niveles concretos de contaminantes. Muchos invertebrados de agua dulce exigen un intervalo específico de parámetros físicos y químicos para crecer. Se puede usar la presencia o ausencia de estos organismos, junto con su abundancia en un río, para valorar la calidad global del agua.

Los índices **bióticos** son un método muy utilizado que consiste en usar una escala para indicar la contaminación orgánica y nutricional en función de la abundancia de organismos con tolerancias conocidas al estrés ambiental. Existen muchas versiones de los índices bióticos en los Estados Unidos y en todo el mundo que han sido creadas para interpretar las diferencias regionales en las sensibilidades de los **taxones**. Los índices bióticos del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» (la **Puntuación del índice de tolerancia de la contaminación** y la **Clasificación del índice de tolerancia de la contaminación**) se han creado a partir de un subconjunto seleccionado de índices de los Estados Unidos.

A cada organismo se le asigna un grupo de sensibilidad (1, 2 o 3) en función de su capacidad para tolerar factores estresantes como la contaminación o la falta de hábitat en el río. Los organismos que son muy sensibles están en el grupo 1 (sensibles), los que son relativamente sensibles están en el grupo 2 y los que pueden sobrevivir o tolerante una baja calidad del agua están en el grupo 3 (resistentes).

1. Cuenta el número de macroinvertebrados que hay en las placas de Petri de cada taxón (p. ej., efímeras, planarias, caballitos del diablo). Anota la cantidad en la casilla situada a la izquierda del nombre del taxón en la ficha de datos del **índice biótico**.
2. Realiza la suma de todos los individuos añadiendo los números a las casillas situadas junto a todos los nombres de taxones. Anota el total en la casilla «**Suma de todos los individuos**» situada en el extremo derecho.
3. Cuenta cuántas casillas de cada columna de grupo de sensibilidad tienen una cantidad indicada. (Grupo 1 y grupo 2: máximo 8, grupo 3: máximo 7). Indica el **número de TAXONES** en la casilla situada al final de cada columna.
4. Multiplica el **número de TAXONES** por el factor de ponderación (3, 2 o 1) indicado al final de la columna para

obtener el valor del índice de cada grupo de sensibilidad.

5. Suma los **valores del índice** de los tres grupos para establecer la **puntuación del índice de tolerancia de la contaminación** (PTI). Indica la **puntuación del PTI** en la casilla.
6. Determina la **clasificación del índice de tolerancia de la contaminación** a partir de la puntuación del PTI.
7. Repítelo con cada paquete de hojas. Si se utilizan los paquetes de hojas para supervisar la calidad del agua del río, crea una hoja de datos combinados del índice biótico calculando la media de los datos de todos los paquetes de hojas y estableciendo un índice biótico conjunto.
8. Introduce los valores y los niveles de abundancia en el portal de datos que encontrarás en monitormywatershed.org.

   Nota: Incluye únicamente los recuentos de los grupos de taxones encontrados en la ficha de datos y los que son encontrados vivos (p. ej., las conchas de mejillones o caracoles que estén vacías no cuentan). Anota otros taxones que puedas encontrar pero no los incluyas en los cálculos del índice.

Procedimiento: cálculo del índice EPT

El índice EPT es una medición del porcentaje de Ephemeroptera (efímeras), Plecoptera (plecópteros) y Trichoptera (frigáneas) encontrados entre el total de macroinvertebrados de una muestra. Debido a que estos órdenes de macroinvertebrados suelen ser sensibles a la contaminación, un elevado porcentaje de ellos en la muestra indica una buena calidad del agua.

$$\frac{E + P + T}{\text{Total de todos los macroinvertebrados}} = \square$$

Multiplica por 100 para convertir la en porcentaje

$$_____ \times 100 = \square \ \%EPT$$

Cálculo del índice EPT (como porcentaje)

1. Suma el número de efímeras (E), plecópteros (P) y otros frigáneas (T) encontrados en la muestra.

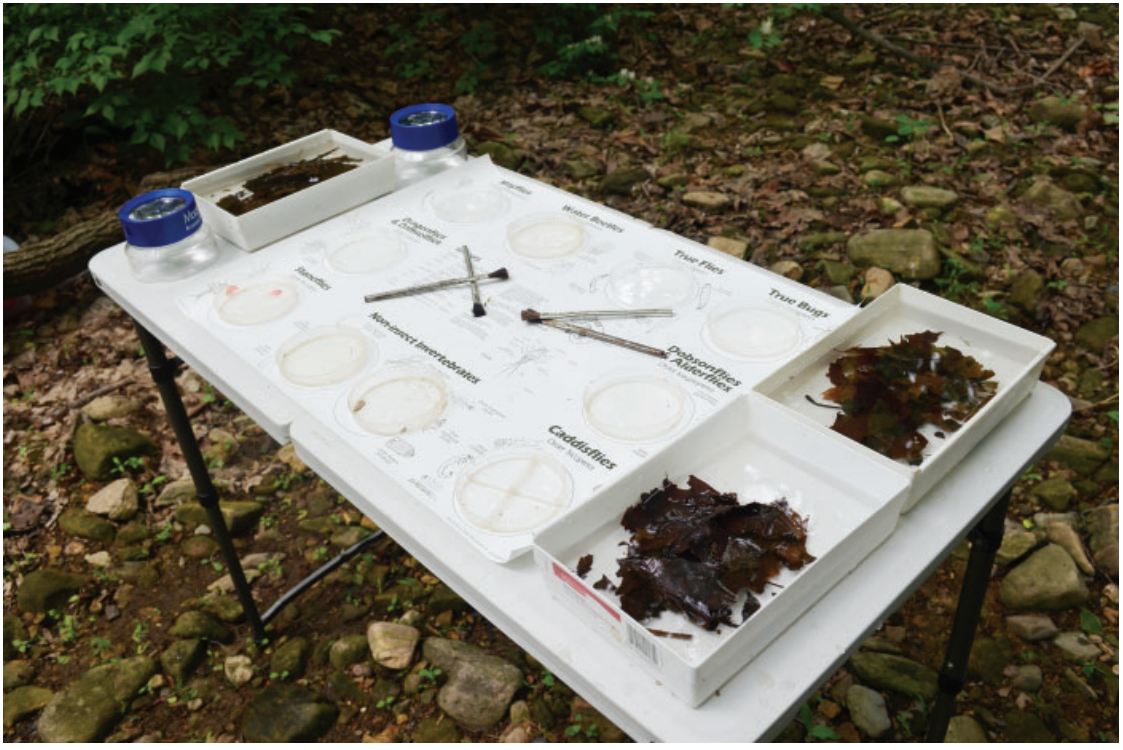
   Nota: Los Friganea de hilado de la red no están incluidos en el cálculo del EPT porque esta familia de frigáneas no es tan sensible a la contaminación.
2. Divide el total de EPT por el número total de todos los macroinvertebrados de la muestra.

3. Multiplica esta cifra por 100 para convertirla en porcentaje. Este el valor del índice EPT. Cuanto mayor sea el porcentaje, mejor será la calidad del agua.

Procedimiento: limpieza

Devuelve los macroinvertebrados al lugar donde los recogiste lo antes posible.

1. Los macroinvertebrados que mueran se pueden conservar para una colección de referencia si se ponen en una disolución al 70 % de alcohol etílico.
2. Lava y seca todo el equipo antes de guardarlo.



CONCLUSIÓN

¿Qué significan los valores y porcentajes?

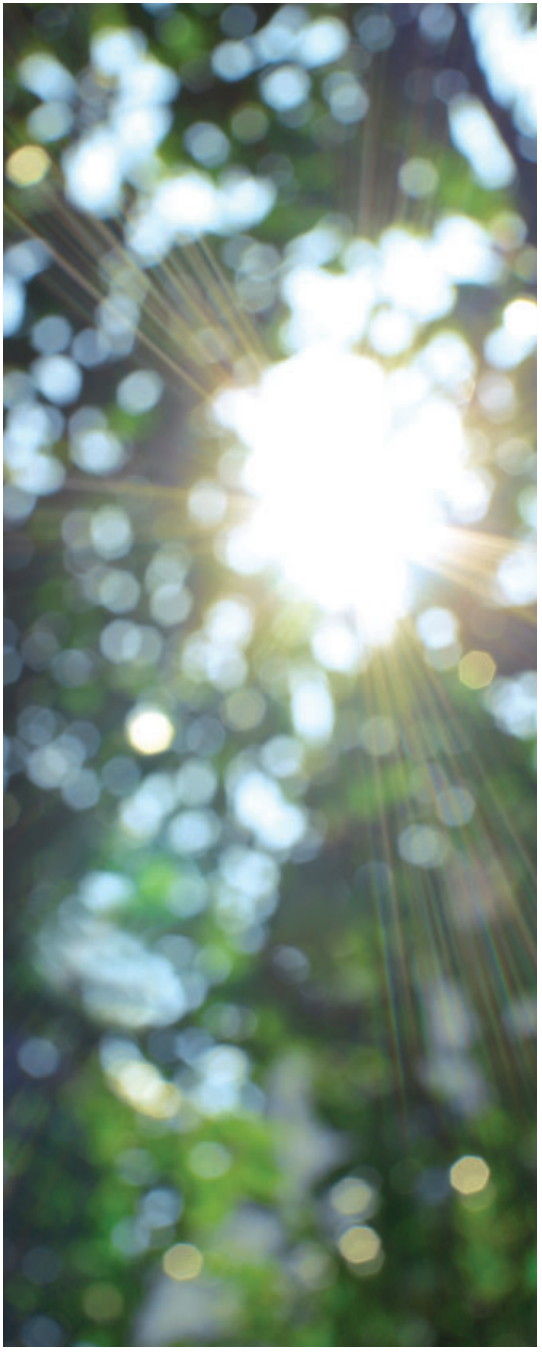
La comunidad de macroinvertebrados acuáticos es un indicador de la calidad del agua y del hábitat disponible. En un río sano se debería encontrar una gran diversidad de los tres grupos de sensibilidad, además de abundantes ejemplares de los grupos sensible y relativamente sensible. Si se encuentra una gran diversidad pero con escasa abundancia, habrá que consultar el estudio del hábitat para determinar si hay un elemento que parezca tener malos resultados. Si los resultados indican escasa diversidad pero cifras elevadas, es posible que exista contaminación con forma de nutrientes, sedimento o un crecimiento excesivo de algas. En el caso de los ríos que parezcan sanos pero muestren una escasa diversidad y cifras bajas, o baja presencia o ausencia de macroinvertebrados, toca examinar el río para buscar niveles elevados de contaminación y, de nuevo, consultar el estudio del hábitat para localizar indicadores de factores estresantes. Una contaminación más grave puede provenir de vertido de de cloruro de sodio, ácidos, metales pesados, combustible, jabones, insecticidas, herbicidas, etc.

INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL PORTAL EN LÍNEA DE LA LEAF PACK NETWORK

Para añadir tus datos a la Leaf Pack Network, visita www.wikiwatershed.org/monitor y sigue las instrucciones de la sección de la Leaf Pack Network. Los campos de datos de la Leaf Pack Network replican los campos de datos del portal en línea.

Los pasos básicos para introducir los datos (por primera vez) son:

1. Lleva a cabo un proyecto de paquetes de hojas.
2. Crea una cuenta en el portal en línea.
3. Inscribe tu centro.
4. Introduce tus datos.
5. Consulta tus datos y los aportados por otras personas.



CAPÍTULO 3:
EL USO DE LOS PAQUETES DE HOJAS COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA

El método del «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» es muy flexible y esta abierto al tipo de diseño que tú quieras dar a los experimentos de los alumnos. El kit se puede usar para establecer las condiciones de referencia de un río local, como se ha descrito en el capítulo 2, para después pasar a supervisarlo periódicamente como una experiencia de ciencia ciudadana o de acción cívica. El material complementario del capítulo 3 permite que la experiencia pedagógica se centre en el diseño y los métodos experimentales.

PLAN DE ACCIÓN

El desarrollo de un plan de acción puede guiarte a la hora de montar el experimento y participar en la Leaf Pack Network. Para realizar esta actividad hacen falta entre 2 y 6 semanas. Se puede optar por que los estudiantes participen en todas las experiencias o solo en algunas fases. Usa algunos o todos los pasos del siguiente plan de accion general como guía para planificar tu proyecto de paquetes de hojas.

Si te gustaría recibir sugerencias y asesoramiento para realizar tu plan de acción, contacta con el administrador de la Leaf Pack Network en el Stroud Water Research Center (leafpacknetwork@stroudcenter.org). La Leaf Pack Network también ofrece talleres presenciales de 1-2 días.

Información general

1. ¿Qué clases participarán en el proyecto de paquetes de hojas?
2. ¿Cuántos alumnos participarán? ¿De qué cursos?
3. ¿Qué río se usará?
4. ¿Qué cuenca o subcuenca?
5. ¿Qué problemas logísticos hay que afrontar al preparar la puesta en marcha del experimento de paquetes de hojas? (Incluye cosas como tareas administrativas, el transporte, el acceso a la propiedad, los calendarios, etc.)

6. ¿Cómo quieres que este proyecto ayude a tus necesidades curriculares? ¿Qué temas serán de especial interés para ti?

El diseño del experimento

1. ¿Cuándo tienes previsto iniciar el proyecto?
2. Describe el río y el lugar que la clase va a investigar. ¿Qué condiciones tiene que lo convierten en una ubicación interesante y eficaz?
3. Si se van a usar paquetes de hojas experimentales, ¿qué se va a investigar en el proyecto? [¿Diferentes especies de hojas? ¿Diferentes ubicaciones del río como rápidos y zonas estancadas? ¿Diferentes ríos?]

Plan de trabajo/Cronograma

Establece un plan de trabajo o cronograma básico. Considera las siguientes tareas. Si el tiempo es un factor a tener en cuenta, no es necesario elegir todos los elementos.

- Introducción a la clase
- Investigación del sitio
- Preparación de los paquetes de hojas para la corriente
- Introducción de los paquetes de hojas en la corriente
- Recolección de los paquetes de hojas de la corriente
- Procesamiento de los paquetes de hojas
- Clasificación e identificación
- Cálculos de la calidad del agua
- Compartir datos en la introducción del portal en línea de Leaf Pack Network

Leaf Pack Network

Contribuciones al portal en línea de la Leaf Pack Network

Si te gustaría recibir sugerencias y asesoramiento para realizar tu plan de acción, contacta con el administrador de la Leaf Pack Network en el Stroud Water Research Center [leafpacknetwork@stroudcenter.org]. La Leaf Pack Network también ofrece talleres presenciales de 1-2 días.

Considera las siguientes PREGUNTAS:

1. Qué datos va a aportar el proyecto a la LPN?

2. Comó utilizarán los alumnos los recursos de la LPN?

3. De qué forma participarán los alumnos en la comunicación de los resultados, en una discusión, presentaciones, o por escrito?

4. De qué otra forma se va a compartir la información generada por los alumnos? (conferencias, asambleas de padres, grupos de conservación locales,etc.)

5. Qué otros proyectos estan llevando a cabo?

6. De qué otra forma puede el Stroud Water Research Center ayudarle en este proyecto?

7. Qué otros talleres o recursos le pueden servir de ayuda?

EL EXPERIMENTO CON PAQUETES DE HOJAS

1. Introducción

- Presenta a los estudiantes los conceptos del capítulo 1: ¿qué es un paquete de hojas? La relación entre árboles y ríos, los paquetes de hojas como hábitats, los ciclos vitales de los insectos acuáticos, los indicadores de la calidad del agua, los grupos alimenticios funcionales, el tamaño del río, los macroinvertebrados de agua dulce y una cadena alimenticia, además de los conceptos básicos de la ecología del río (cuencas, contaminación, supervisión).
- Habla de por qué se usan los macroinvertebrados para el finalidad y de por qué a los alumnos les debería preocupar la salud de los ríos.
- Haz que el alumnado analice la historia y la información sobre la calidad del agua del río. Saca provecho a recursos en línea como www.ModelMyWatershed.org, una aplicación web gratuita para modelar un río y aprender más sobre tu cuenca local.

Consejos generales:

- Si los alumnos no pueden ir hasta la ribera, toma fotos digitales o haz un breve vídeo de la parte del río en la que se hayan colocado los paquetes de hojas. Etiqueta las fotos para indicar la dirección de la corriente, las márgenes izquierda y derecha, y las posiciones de los paquetes de hojas.
- Usa un mapa topográfico del lugar para que a los alumnos les resulte más fácil rellenar la ficha de datos del hábitat y determinar el uso de las tierras.
- Como alternativa a llevar agua del río al aula, usa agua del grifo sin cloro o deja tres cubos de agua del grifo con cloro en una lugar fresco (pero no congelado) durante los tres días previos a la recolección de los paquetes de hojas del río. Esto permite que el cloro se evapore para que se pueda usar el agua durante el procesamiento de los paquetes de hojas y mantener a los macroinvertebrados vivos para devolverlos al río al finalizar el proyecto.

- Se puede contactar con grupos de observación locales (como Trout Unlimited) para que ayuden con la identificación de los macroinvertebrados.

2. Materiales y seguridad

Consulta el capítulo 2 para obtener una lista de los materiales necesarios y consejos para llevar a cabo el experimento de forma segura.

3. La ejecución del experimento

Cómo elegir un factor de prueba experimental

Piensa en las características del río para determinar qué va a estudiar el experimento. Este será el objeto del experimento o el **variable experimental**. Se pueden usar los paquetes de hojas para explorar cualquiera de los siguientes factores experimentales posibles:

- preferencias alimentarias
- preferencias de hábitat
- diferencias/fluctuaciones estacionales
- diferencias de hábitat/calidad del agua dentro de un mismo río o comparando varios ríos distintos

El objetivo del experimento se puede elegir a partir de la observación de un río local, de los estudios de clase que hayan analizado las comunidades de los ríos o del deseo de aprender más sobre un tema o aspecto concreto de la ecología de los ríos. Haz que los alumnos desarrollen una hipótesis acerca del resultado del experimento.

Cómo elegir una variable experimental

Un experimento con paquetes de hojas que analice la **preferencia de hábitat** podría estudiar las siguientes variables experimentales (recuerda mantener todo igual excepto la variable experimental):

localización	=	zona de aguas rápidas vs. zona de aguas lentas del mismo río
localización	=	tramo de río con vegetación de ribera vs. un tramo con margenes erosionados, barro, y claras señales de erosión.
tipología de ríos	=	río con vegetación de ribera vs. un río sin vegetación

Un experimento con paquetes de hojas que analice **una preferencia alimentaria** podría estudiar las siguientes **variables experimentales** (recuerda mantener todo igual excepto la variable experimental):

tipo de hoja	=	mútliples tipos de hojas vs. una única espécie de hoja, o bien especies autoctonas vs. invasoras
tipo de hoja	=	hierva vs. hojas de árbol
edad de la hoja	=	hojas frescas vs. hojas secas

Un experimento con paquetes de hojas que analice las **diferencias estacionales** podría estudiar lo siguiente:

tiempo	=	otoño vs. primavera

Este sería el mismo experimento repetido una vez durante el otoño y de nuevo en primavera (o viceversa). Por ejemplo, se pondría el mismo tipo de hojas en el mismo río, en la misma zona y a la misma hora del día.

Dos ejemplos de posibles experimentos

Ejemplo 1 de experimento

Una clase ha visitado un río local y ha descubierto zonas con grandes vertidos de sedimentos. La variable experimental podría ser la calidad del hábitat: «¿Sobreviven mejor ciertos macroinvertebrados en este río o en uno sin señales de vertidos de sedimentos?»

Ejemplo 2 de experimento

Los investigadores tienen curiosidad por saber qué tipo de hojas son más deseables para una variedad de macroinvertebrados. La variable experimental podría ser la preferencia alimentaria: «¿Los macroinvertebrados prefieren las hojas de roble, arce o sauce?»

Decidir cómo se evaluará la variable experimental

Esta es la parte divertida y está limitada únicamente por la creatividad de los investigadores.

Usando los mismos ejemplos:

Organización del experimento: ejemplo 1

La clase ha decidido analizar cómo afecta la calidad del hábitat a la abundancia de ciertos macroinvertebrados comparando la colonización de los paquetes de hojas de un río con vertidos de sedimentos con la colonización de paquetes de hojas en un río que se considera «más limpio». La variable experimental es la calidad del hábitat del río. Esto es lo que será diferente entre los experimentos con paquetes de hojas. Se compara la variable (río contaminado frente a río sano).

Los paquetes de hojas se colocarán en tipos de hábitats o zonas similares de dos ríos (p. ej., todos los paquetes de hojas se colocan en una zona de rápidos), el mismo día, normalmente a la misma hora, y se prepara cada paquete usando el mismo peso del mismo tipo de hoja. Lo que será diferente es la calidad del río; un río tiene mucho sedimento y el otro no. La diversidad de factores que afectan a la colonización de cada paquete de hojas será similar, por lo que las conclusiones obtenidas a partir de los resultados se podrán basar en la diferencia en la calidad del hábitat.

Organización del experimento: ejemplo 2

Los investigadores han decidido analizar las preferencias alimentarias de los macroinvertebrados comparando la colonización de los paquetes de hojas cuando estas son de roble, sauce o arce. La variable experimental es el tipo de hoja. Esto es lo que será diferente en los paquetes de hojas. Se compara el efecto de la variable (hojas de roble frente a hojas de sauce y frente a hojas de arce).

Los paquetes de hojas se prepararán con estos tres tipos de hojas. Todos los paquetes de hojas se colocarán en el mismo río y en el mismo lugar (p. ej., todos los paquetes de hojas se colocan en la misma zona general de rápidos), el mismo día, normalmente a la misma hora, y se prepara cada paquete usando el mismo peso de hojas. Lo que será diferente será el tipo de hojas. La diversidad de factores que afectan a la colonización de cada paquete de hojas será similar, por lo que las conclusiones obtenidas a partir de los resultados se podrán basar en la diferencia en el tipo de hoja.

Decidir cuántos paquetes de hojas se van a necesitar

Debido a que la abundancia y diversidad de macroinvertebrados de agua dulce pueden variar mucho incluso en la misma zona de rápidos, se deberán preparar **réplicas** de los paquetes de hojas para cada variable experimental. El uso de réplicas mejorará la exactitud y reducirá los errores, además de ofrecer un paquete de hojas extra, de tal forma que se pueda completar el experimento si la corriente se llevase un paquete de hojas durante una subida de las aguas. El «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» incluye materiales suficientes para preparar y analizar un total de seis paquetes de hojas.

Usando los mismos ejemplos mencionados anteriormente:

Preparación de los paquetes de hojas: ejemplo 1

Prepara seis paquetes de hojas idénticos. Coloca tres paquetes de hojas en una zona del río que tenga mucho sedimento. Coloca los otros tres en una zona del río que esté «más limpia».

Preparación de los paquetes de hojas: ejemplo 2

Prepara dos réplicas de paquetes de hojas que contengan cada uno de los tres tipos de hojas del río (dos paquetes con hojas de roble; dos con hojas de sauce; dos con hojas de arce) para obtener un total de seis paquetes.

¿Es necesario un paquete de hojas de control?

Decide si se van a utilizar **paquetes de hojas de control**. Estos paquetes de control contienen hojas de los tres árboles más comunes en torno al río y son colocados en un rápido. El «paquete de hojas de control» ayuda a obtener conclusiones acerca de las relaciones entre el hábitat, el uso de las tierras y la diversidad y densidad de los macroinvertebrados, generando una evaluación más clara de la calidad del agua, debido a la decisión de qué hojas conformarán el contenido de los paquetes de hojas. Estos sirven como punto de comparación para «comprobar» los paquetes experimentales, pero no siempre son necesarios. Por ejemplo, si simplemente se quiere comparar la salud de dos partes del río, en los que los paquetes contienen el mismo peso y tipo de especie de hojas, no habrá que tener paquetes de control.

4. El rellenado de la ficha de datos de campo y el mapa del lugar

Rellena la ficha de datos de campo y el mapa del lugar.

5. La recolección de hojas

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

6. La preparación de los paquetes de hojas para colocarlos en el río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

Antes de que los alumnos participen en cualquiera de los procesos, revisa el equipo y las herramientas necesarios y haz una demostración de cada paso. Por ejemplo, pesa las hojas para que los estudiantes entiendan cómo usar la balanza y cuántas hojas se necesitan.

7. La colocación de los paquetes de hojas en el río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

8. La recolección de los paquetes de hojas del río

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2.

9 El procesado de los paquetes de hojas

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2. Si la variable experimental es el tipo de hoja y los contenidos de los paquetes de hojas no son iguales, usa un cubo diferente para procesar cada tipo de paquete.

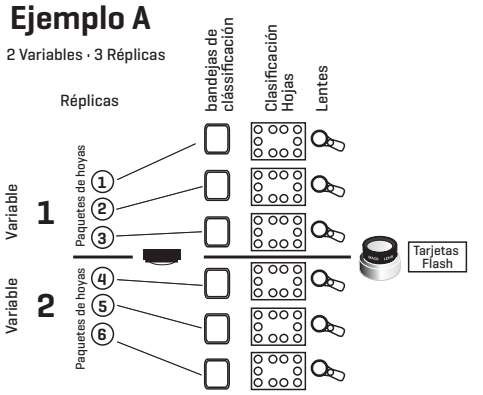
10. Clasificación e identificación

Sigue los procedimientos indicados en el capítulo 2. Si se han procesado los contenidos del paquete de hojas en más de un cubo, asegúrate de mantener los contenidos separados y bien etiquetados. A continuación, presentamos tres ejemplos de cómo se puede realizar la actividad de clasificación e identificación de macroinvertebrados con la clase. Cada ejemplo se corresponde con un único experimento con paquetes de hojas.

Preparación de una zona de laboratorio para la clasificación

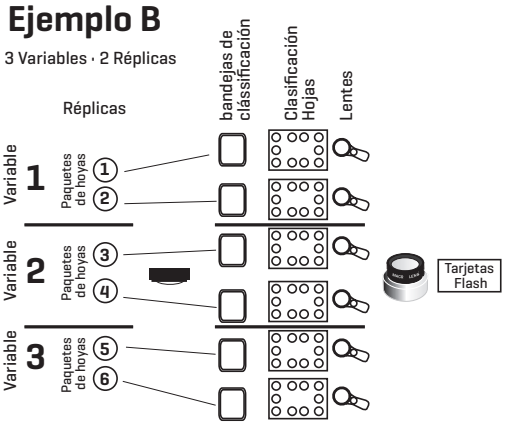
Ejemplo A

El experimento consiste en dos variables con tres réplicas de cada variable (p. ej., tres para un río contaminado y tres para un río limpio), para un total de seis paquetes de hojas. Se dividen en seis puestos de trabajo: tres para una variable (río contaminado) y tres para la otra (río limpio).



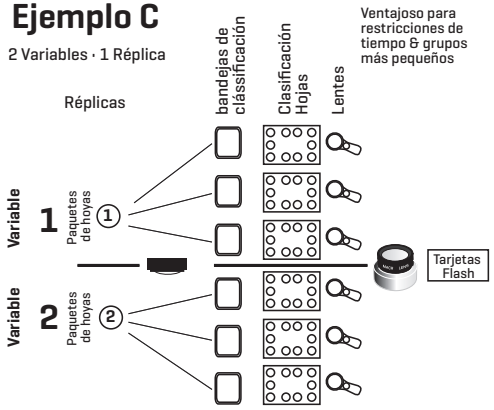
Ejemplo B

El experimento consiste en tres variables con dos réplicas de cada variable (p. ej., dos paquetes con hojas de roble, dos con hojas de sauce y dos con hojas de arce), para un total de seis paquetes de hojas. Estos se reparten en seis puestos de trabajo: dos para la primera variable (hojas de roble), dos para la segunda (hojas de sauce) y dos para la tercera (hojas de arce).



Ejemplo C

El experimento consiste en dos variables con una réplica de cada variable (p. ej., un paquete para hojas verdes y otro para hojas secas), para un total de dos paquetes de hojas. Cada paquete de hojas se reparte en tres bandejas. Estas se dividen a continuación en seis puestos de trabajo: tres para una variable (hojas verdes) y tres para la otra (hojas secas).



(Las instrucciones «paso a paso» para el resto de estos procedimientos se basan en el ejemplo A.)

Una alternativa para todos los experimentos es clasificar un único paquete de hojas a la vez, dejando el almacenamiento de los demás paquetes para más tarde (quizás para otro grupo de alumnos o para el mismo grupo al día siguiente). Los paquetes de hojas se pueden guardar en bolsas con cierre hermético (cada una debe contener una pequeña cantidad de agua de río) en una hielera o refrigerador durante la noche. No es recomendable mantener a los macroinvertebrados fuera del río más de 24 horas.

Puestos de trabajo

Prepara seis puestos de trabajo (se recomienda que haya 4-5 alumnos por puesto), una zona para cada paquete de hojas que se menciona en el ejemplo A. Es recomendable contar con los siguientes materiales en cada puesto para explorar los paquetes de hojas y procesar los datos de los macroinvertebrados:

- Ficha de datos del índice biótico
- 1 lámina de clasificación de macroinvertebrados acuáticos
- 10 placas de Petri
- Bandejas de clasificación
- Pinceles (1 por alumno)
- Cucharas de plástico (1 por alumno)
- Lupas (1 por alumno) o MacroLens (1 por puesto)

Si el experimento incluyese paquetes de hojas de control y paquetes de hojas experimentales, rellena la ficha resumen del experimento para comparar los resultados.

11. Preguntas para el debate

1. ¿Cuál fue la variable de tu experimento con paquetes de hojas? ¿Por qué fue mejor usar más de un paquete de hojas por cada variable experimental?
2. ¿Afectó la variable experimental a los macroinvertebrados que se recogieron?
3. ¿Cuántos tipos distintos de macroinvertebrados de agua dulce contenía el paquete de hojas? ¿Cuál fue el número total de macroinvertebrados?
4. ¿Cómo mostrarías en gráficos los resultados del experimento con los paquetes de hojas? ¿Cómo te ayuda el modelado visual de los datos a identificar patrones en la **densidad de la población** y la **biodiversidad**?
5. Define qué se entiende por biodiversidad y bioindicadores. ¿Cómo se aplican estos términos a tus experimentos con paquetes de hojas?
6. Si no hubiese árboles en la ribera del río, ¿esperarías que el número de macroinvertebrados fuese distinto? ¿Cómo afectaría esto a la comunidad del río?
7. ¿Qué es lo que más te sorprendió durante este experimento?
8. Antes de que llegasen los humanos, ¿qué aspecto crees que tenía la zona cercana al lugar del estudio?
9. ¿Ha habido posibles fuentes de sesgo o error en el experimento que puedan haber influido en los resultados?

ACTIVIDADES ADICIONALES

Actividad 1: CREACIÓN DE UNA CLAVE TAXONÓMICA DE LAS HOJAS DE ÁRBOL

Los alumnos crearán una clave identificadora a partir de las características de ocho hojas diferentes.

Materiales

- Hojas, 8 por equipo
- Etiquetas, 8 por equipo
- Ficha de identificación de árboles, 8 por equipo

Procedimiento

Divide a los alumnos por equipos. Cada equipo deberá:

1. Marcar las etiquetas de la A a la H.
2. Coger una hoja de una planta o árbol. Colocar la etiqueta A en la parte posterior de la hoja.
3. Responder a las preguntas 1 y 2 en una ficha de identificación de hoja de árbol en relación con el árbol A.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para los árboles B a H y las hojas B a H.

El resto de la actividad se puede realizar en un lugar distinto del de la recolección.

5. Responder a las preguntas 3 a 6 en relación con las hojas A a H.
6. Observa la ficha de identificación de hoja de árbol de la hoja A. Elige una característica de la hoja A. Escribe esa característica.
7. Clasifica las hojas en dos montones a partir de la característica elegida para la hoja A. Un montón tendrá la hoja A y todas las demás hojas que compartan la característica con la hoja A.
8. Sigue separando cada montón en montones más pequeños en función de otra característica hasta que cada montón solo tenga una hoja. Anota la característica que hayas elegido en cada paso.
9. La división de los elementos por sus características crea una clave dicotómica. Utiliza los rasgos característicos que hayas elegido para clasificar las hojas para establecer una clave dicotómica.

Se pueden crear muchas claves dicotómicas distintas. La figura 9 es un ejemplo.

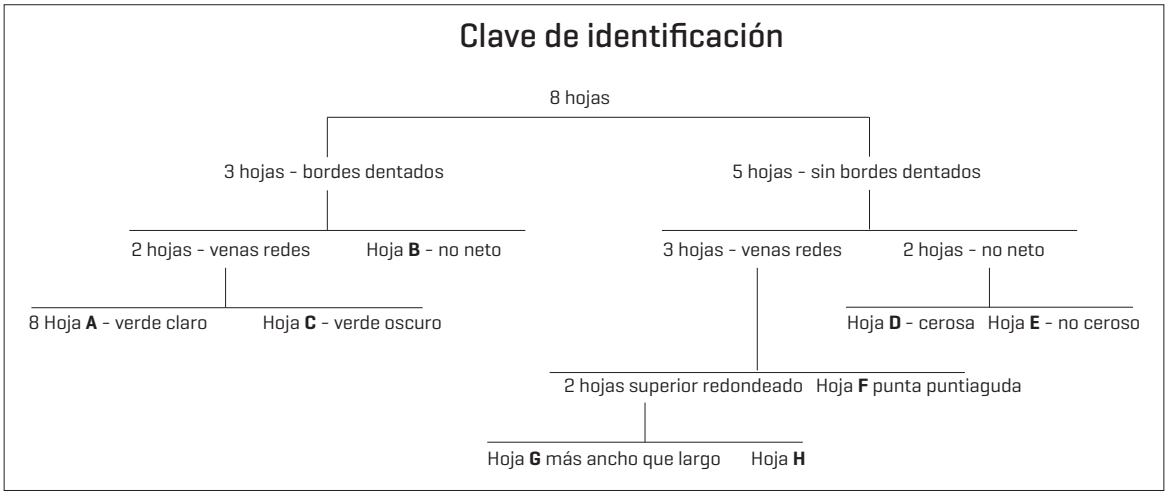


Figura 9. Ejemplo de clave identificadora.
Los alumnos crearán una clave identificadora a partir de las características de ocho hojas distintas.

10. Coloca las hojas de forma aleatoria con el lado de la etiqueta boca abajo. Coge una hoja del montón. Retira la etiqueta.
11. Intercambia tu hoja y tu clave dicotómica con otro equipo.
12. Usa la clave dicotómica para identificar la hoja misteriosa.

Preguntas para el debate

1. ¿Por qué el color y el tamaño pueden no ser buenas características para una clave dicotómica?
   El color y el tamaño son cambiantes (p. ej., las hojas cambian de color en el otoño; el tamaño cambia en función de la exposición al sol; los daños provocados por una enfermedad o los insectos pueden alterar su aspecto).
2. ¿Por qué son las hojas mejores características que las flores cuando hablamos de claves dicotómicas de los árboles?
   Las flores tienen una forma más constante que las hojas en los arbustos y las plantas herbáceas, y se usan para su identificación. Sin embargo, las flores de los árboles a menudo son difíciles de ver y no permanecen en los árboles tanto tiempo como las hojas.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES

Dibujar la hoja

Responde a las siguientes preguntas marcando con un círculo la descripción que mejor se ajuste al árbol y la hoja.

1. El árbol es: de hoja **perenne** o **caduca** (pierde sus hojas estacionalmente).
2. Posición de las hojas en la rama: **opuesta** o **alternada**.
3. Tipo de hoja: **sencilla** o **compuesta**.
4. Tipo de venas de la hoja/foliolo: **una única vena principal con pequeñas venas laterales o varias venas principales a partir de un punto**.
5. Borde de la hoja: **liso**, **sinuoso** (ondulado) o **dentado**.
6. ¿Es la base de la hoja simétrica? **Sí** o **no**

Identificación del árbol

Nombre común _____

Nombre científico (latín) _____

Actividad 2: DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL RÍO

La cantidad de agua que pasa por un punto de un río se puede calcular si dispones de cuatro fuentes de datos: ancho, profundidad, coeficiente de rugosidad y velocidad.

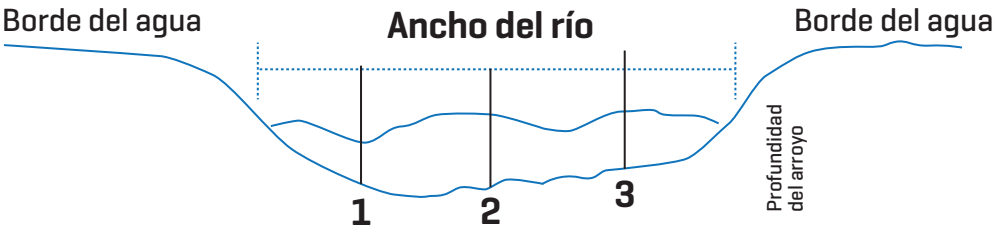
ancho (m) × profundidad (m) × coeficiente de rugosidad × velocidad (m/s) = caudal (m^3/s)

Al colocar los paquetes de hojas, elige un tramo recto del río (sin curvas) que, a poder ser, tenga rápidos y corredores sin obstáculos. Realiza las mediciones antes de colocar los paquetes de hojas en el río.

Materiales	
• cinta métrica	• portapapeles
• botas	• lápiz
• regla	• objeto flotante (naranja, pelota, nuez)
• cronómetro	

Procedimiento

Realiza las mediciones antes de colocar los paquetes de hojas en el río.



Cálculo del ancho del río:

1. Cerca del lugar en que se vayan a colocar los paquetes de hojas, estira una cinta métrica y mantenla tensa a través del río.
2. Mide la distancia en el borde del agua, de una orilla a otra.

Ancho del río **=** _____ **m**

Cálculo de la profundidad del río:

1. Usa una regla para medir y registrar tres mediciones equidistantes de la profundidad a lo largo del corte transversal. (Véanse los puntos 1, 2 y 3 en el diagrama anterior). Los extremos cortos de la regla deberán estar mirando corriente arriba.

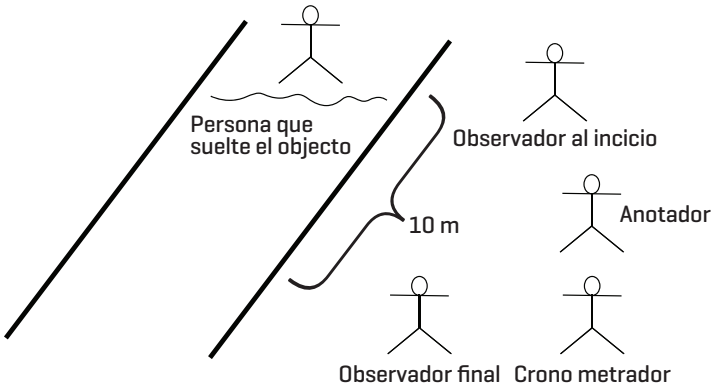
_____ **m** _____ **m** _____ **m**

2. Suma las tres mediciones y divide el resultado por tres para calcular la profundidad media.

Profundidad media = _____ m

Cálculo de la velocidad del río:

1. Mide una distancia de 10 metros en paralelo al río en el que se vayan a colocar los paquetes de hojas. Lo ideal es que la mayor parte de esta distancia de 10 metros esté situada más arriba en el curso del río con respecto al lugar en el que se vayan a colocar los paquetes de hojas. A continuación, se mide el tiempo que tarda el objeto flotante en recorrer los 10 metros.
2. Coloca un observador al inicio y al final del recorrido de 10 metros. También necesitarás una persona que suelte el objeto, un anotador y un cronometrador.
3. Suelta el objeto flotante unos 30 cm por encima del punto de salida.



4. Cuando el objeto flotante pasa dicho punto, el observador situado al inicio deberá gritar «Empieza» y el cronometrador deberá poner en marcha el cronómetro. Cuando el objeto flotante pasa el punto final, el observador situado al final del trayecto de 10 metros deberá gritar «Para» y el cronometrador deberá detener el cronómetro. El anotador deberá dejar constancia del tiempo.

5. Repite el procedimiento tres veces. Suma las tres mediciones y divide el total por tres para calcular la media.

_____ **sec** _____ **sec** _____ **sec**

Tiempo medio para recorrer 10 m: _____ **sec**

6. Calcula la velocidad del río

$$\textbf{Velocidad} = \frac{\textbf{distancia}}{\textbf{tiempo}} = \frac{\textbf{10 m}}{\textbf{tiempo medio para recorrer 10 m (en segundos)}} =$$

Cálculo el caudal del rio

Cálculo el caudal del rio es un valor dado para el tipo de fondo del río. Marca la casilla que mejor describa el fondo del río:

- ☐ 0,9: el fondo es suave con limo, arena o lecho de roca
- ☐ 0,8: el fondo es áspero con escombros, rocas o gravilla

ancho * profundidad media * coeficiente de rugosidad * velocidad = caudal (m3/s)

_____ **(m) x** _____ **(m) x** _____ **x** _____ **(m/s) =** _____ **(m^3/s)**

Caudal del río = _____ m^3/s

Factor de conversión: Para convertir los metros cúbicos por segundo (m3/s) en pies cúbicos por segundo (cfs) multiplica por 35,31.

Nota: Descarta cualquier intento en el que el objeto flotante se vea obstaculizado por raíces, cantos, residuos, etc.

Actividad 3: JUEGO DE TARJETAS IDENTIFICADORAS DE MACROINVERTEBRADOS

Materiales

- Macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: Tarjetas identificadoras
- Clave dicotómica de identificacion de macroinvertebrados acuáticos
- Pinzas de la ropa, cordel (opcional)

Preparación:

- Realiza una tormenta de ideas sobre los nombres de los insectos habituales.
- Dibuja un cuerpo genérico de insecto con la ayuda de los participantes.
- Muestra la foto de una oruga y pregunta si es un insecto.
- Habla de los estadios vitales y de los estadios larvarios que se encuentran habitualmente en los sistemas acuáticos.
- Genera una lista de palabras relativas a la anatomía de los insectos que sean desconocidas para los participantes.
- Define las palabras desconocidas y muestra ejemplos con imágenes de macroinvertebrados acuáticos.
- Presenta la clave dicotómica y los macroinvertebrados acuáticos de agua dulce: tarjetas identificadoras.
- Realiza la actividad del juego con tarjetas.

Instrucciones

Esta actividad se desarrolla con equipos de dos personas.

1. Una elige una tarjeta de macroinvertebrado y se la pasa a su compañero, que no la mira y la pone a su espalda, para no poder ver la foto. (Se puede usar una pinza o un cordel para sujetar la tarjeta en la espalda del compañero).
2. La persona con la tarjeta en su espalda sujeta la clave dicotómica frente a ellos e intenta averiguar qué macroinvertebrado está en la tarjeta revisando la clave y únicamente haciendo preguntas a las que se pueda responder «Sí» o «No».

3. La persona que responde las preguntas basa sus respuestas únicamente en la fotografía del macroinvertebrado de la tarjeta.
4. Cuando la persona con la clave está segura de cuál es el macroinvertebrado sujeto a su espalda, pueden nombrar el macroinvertebrado y descubrir si acertaron.
5. A continuación, se cambian los roles y se elige otra tarjeta de macroinvertebrado.

FINALIDAD DEL «KIT DE HOJAS PARA ESTUDIAR LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS»

- Implicar de forma activa a los alumnos en la educación investigadora y realizada directamente en la cuenca, así como en contenidos de ciencia medioambiental, tecnología, ingeniería y matemáticas (E-STEM, por sus siglas en inglés).
- Fomentar la curiosidad de los alumnos usando métodos científicos que conlleven actividades de observación y explicación.
- Concienciar sobre la importancia de los bosques de ribera para la ecología de los ríos y ríos y fomentar su protección.
- Desarrollar una red diversa y dinámica de grupos que comparten información digitalmente sobre los ríos que tienen próximos.
- Usar el «Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos» y otros recursos pedagógicos para mejorar la educación práctica sobre E-STEM y el desarrollo profesional del profesorado.

OBJETIVOS DEL «KIT DE HOJAS PARA ESTUDIAR LA ECOLOGÍA DE LOS RÍOS»

Al finalizar el proyecto, los alumnos habrán:

- usado la LPN como herramienta para aplicar y comprender los principios científicos en una situación real;
- realizado una investigación experimental sobre los ríos locales;
- participado en la recopilación y supervisión de datos obtenidos mediante experimentos realizados sobre el terreno;
- observado y descrito las redes alimentarias acuáticas y la disponibilidad de recursos de las comunidades, poblaciones y organismos de un ecosistema de agua dulce;
- identificado especies de árboles autóctonos y su función como alimento y hábitat en los ecosistemas de agua dulce;
- identificado macroinvertebrados locales;
- explorado la función de los macroinvertebrados como valiosos indicadores de la salud del río;

- identificado la cuenca local usando un mapa;
- medido las características físicas de un río;
- analizado los datos de los macroinvertebrados usando índices para evaluar la calidad del agua;
- realizado preguntas sobre la investigación relacionadas con los paquetes de hojas y las disciplinas E-STEM;
- extraído conclusiones a partir de las pruebas empíricas acerca de las relaciones entre el hábitat, el uso de las tierras y la diversidad y densidad de los macroinvertebrados;
- identificado una forma de mejorar la calidad del agua y minimizar el impacto humano en un río local;
- recopilado datos reales en lugares reales para mejorar la capacidad de tomar decisiones prácticas que afectan a la calidad del agua y la protección de las cuencas.

ALINEACIÓN CON LOS ESTÁNDARES CIENTÍFICOS DE PRÓXIMA GENERACIÓN (5.º de primaria a 2.º de bachillerato)

Kit de hojas para estudiar la ecología de los ríos

Expectativas de rendimiento:	Ideas fundamentales por disciplina:	Conceptos transversales:	Prácticas de ingeniería:
3-LS4-3, MS-LS2-1, MS-LS2-2, MS-LS2-4, MS-LS2-5, HS-LS2-1, HS-LS2-2, HS-LS2-7	LS4.C, LS2.A, LS2.C, LS4.D, ETS1.B	Causa y efecto, patrones, estabilidad y cambio, escala, proporción y cantidad	Participación en debates partiendo de pruebas, análisis e interpretación de datos, generación de explicaciones y diseño de soluciones, uso de las matemáticas y el pensamiento computacional

FICHAS TÉCNICAS, RECURSOS Y BIBLIOGRAFÍA

FICHAS TÉCNICAS

- Ficha de campo/mapa del lugar
- Ficha de datos del hábitat
- Ficha de datos del índice biótico
- Ficha resumen del experimento

Ficha de campo/mapa del lugar

Cópiese para usarlo

SITE INFORMATION

Nombre de organización/grupo: _____

Cuenca: _____

Cuenca principal: _____

Subcuenca: _____

Ciudad/pueblo más cercano: _____

Código del lugar: _____

Investigadores: _____

Tiempo total dedicado al finalidad: _____ HH/MM

Número de participantes: _____

Latitud: _____

Longitud: _____

Nombre del lugar: _____

PACK DATA

Datos de la colocación		Datos de la recuperación	
Fecha:		Fecha:	
Número de paquetes:		Número de paquetes:	
Temp. del aire (°C):		Temp. del aire (°C):	
Temp. del agua (°C):		Temp. del agua (°C):	

Contenido/peso del paquete de hojas: _____

Tipo de hábitat para la colocación: ☐ Aguas estancadas ☐ Rápido ☐ Corredor

STORM & NON-STORM EVENTS

A. ¿Se produjo alguna tormenta mientras que los paquetes de hojas estuvieron en el río?

☐ NS/NC ☐ Sí ☐ No

B. ¿Se produjeron inundaciones?

☐ NS/NC ☐ Sí ☐ No

C. ¿Sufrió el lugar una sequía durante el periodo de finalidad?

☐ NS/NC ☐ Sí ☐ No

Si la respuesta es SÍ a la pregunta A, ofrezcánse los siguientes datos:

Fecha de las tormentas	Precipitaciones (cm)
Cantidad total cm)	

COMMENTS

_____

_____

_____

Envíe datos al portal en línea en *MonitorMyWatershed.org*