

## Cap a un marc metodològic comú per al mostreig, extracció i anàlisi isotòpica de l'aigua en la Zona Crítica per a estudiar l'ús de l'aigua de la vegetació.

L'anàlisi de la composició isotòpica estable de l'hidrogen i l'oxigen en mostres d'aigua procedents de sòls i plantes es pot fer servir per a identificar les fonts d'aigua de la vegetació. Els compartiments hídrics de plantes i sòls són heterogenis. Per tant, a l'hora d'aplicar tècniques isotòpiques cal tenir en compte aquesta heterogeneïtat durant el disseny experimental, la recollida de mostres, l'extracció d'aigua i la determinació isotòpica. Malgrat l'extensa literatura científica sobre els diferents mètodes d'extracció d'aigua i anàlisi de la composició isotòpica, la comunitat continua sense tenir un full de ruta per a guiar la recollida de mostres, l'extracció i les anàlisis isotòpiques. Hi ha qüestions pràctiques per als usuaris potencials que segueixen sense resoldre's: per exemple, quina reserva(es) d'aigua (del sòl o de les plantes) representa l'aigua extreta? Això és un obstacle per a l'aplicació del mètode per part d'usuaris sense experiència prèvia. En aquesta revisió resumim els debats que van tenir lloc en el marc de la COST action WATSON ("WATER isotopeS in the critical zONE: from groundwater recharge to plant transpiration"- CA19120). Concretament, donem directrius per al (1) mostreig de sòl i material vegetal per a l'anàlisi isotòpica, (2) els mètodes d'extracció d'aigua en laboratori o in situ, i (3) la mesura de la composició isotòpica. Destaquem la importància de considerar l'aproximació metodològica en conjunt, des del disseny experimental fins a l'anàlisi isotòpica, per tal de minimitzar les estimacions esbiaixades de la contribució relativa de les diferents fonts d'aigua de les plantes. Finalment, assenyalem les limitacions d'aquesta metodologia i fem recomanacions sobre la recollida de paràmetres ambientals que cal fer abans de la recollida de mostres per a anàlisis isotòpiques.

## Ús d'isòtops estables per a la gestió dels recursos hídrics en ecosistemes forestals i agrícoles.

Es preveu que les tendències climàtiques actuals i futures alterin notablement els fluxos d'aigua i els compartiments del cicle hidrològic. A més a més, la demanda d'aigua continuarà augmentant a causa d'un major ús de l'aigua de la societat i de l'augment de població. La gestió sostenible dels recursos hídrics requereix un coneixement profund de l'emmagatzematge i el flux d'aigua en els ecosistemes naturals, agrícoles i urbans. La mesura dels isòtops estables de l'aigua (hidrogen i oxigen) en el cicle de l'aigua (atmosfera, sòls, plantes, aigües superficials i subterrànies) poden proporcionar informació sobre les vies de transport, l'origen, la dinàmica, l'edat i les reserves d'aigua que és difícil d'obtenir amb altres tècniques. No obstant això, encara no s'ha explotat plenament el potencial d'aquestes tècniques per a qüestions pràctiques. En aquest estudi es descriuen els avantatges i limitacions de les possibles aplicacions dels mètodes isotòpics útils per als gestors de l'aigua, els agricultors i altres actors interessats. També descrivim diversos casos d'estudi que demostren com els isòtops estables de l'aigua poden ajudar a la presa de decisions en la gestió de l'aigua. Finalment, proposem un full de ruta que guia als usuaris a través d'una seqüència de decisions necessàries per a aplicar mètodes isotòpics en exemples de problemes de gestió de l'aigua. Finalment fem una crida al diàleg permanent i a una major connexió entre les parts interessades en la gestió de l'aigua i els professionals dels isòtops estables de l'aigua per a identificar els problemes més urgents i elaborar directrius sobre les millors pràctiques per a aplicar aquestes tècniques.

## Composició isotòpica de l'aigua del sòl i del xilema de la branca d'arbres durant dues campanyes de mostreig paneuropees.

Els isòtops estables de l'aigua, l'hidrogen ( $\delta^{2}\text{H}$ ) i l'oxigen ( $\delta^{18}\text{O}$ ), són crucials per a estudiar la dinàmica ecohidrològica dels boscos. No obstant això, la majoria dels estudis es limiten a llocs concrets, per la qual cosa manquen dades isotòpiques a gran escala que ajudin a comprendre la captació d'aigua dels arbres. En aquest estudi presentem una primera base de dades isotòpiques sistemàtiques de l'aigua del sòl i del xilema de la branca d'arbres recollides durant dues campanyes de mostreig paneuropees en 40 boscos de faigs (*Fagus sylvatica*), pínees (*Picea abies*) o en boscos mixtos de faigs i pínees a la primavera i estiu del 2023 (Lehmann et al., 2024). La base de dades es complementa amb metadades addicionals específiques de cada lloc, del sòl i de l'arbre. Les mostres i les metadades van ser recollides per diferents investigadors de tota Europa seguint un protocol estandarditzat. Es van prendre mostres de sòl fins a 5 profunditats (de 0 a 90 cm) i mostres del xilema del tronc de tres faigs i/o pínees per lloc. Totes les mostres es van enviar a un únic laboratori, on es va realitzar tota la feina analítica. L'aigua es va extreure mitjançant destil·lació criogènica al buit i es va analitzar amb un espectròmetre làser d'isòtops. A més a més, un subconjunt de les mostres es va analitzar amb un espectròmetre de masses de relació isotòpica. Les comprovacions de la qualitat de les dades van revelar una alta eficiència mitjana total d'extracció, una quantitat mitjana absoluta d'aigua relativament alta ( $> 1$  ml), i una bona exactitud i precisió analítiques. La senyal isotòpica de l'aigua del sòl i del xilema de la branca va variar en funció de l'origen geogràfic i va canviar de primavera a estiu en tots els llocs. Mentre que els valors  $\delta^{2}\text{H}$  i  $\delta^{18}\text{O}$  estaven fortament correlacionats, les dades de l'aigua del sòl es van situar més prop de la Línia Global d'Aigua Meteòrica (GMWL) que no pas l'aigua del xilema de la branca. En concret, els valors  $\delta^{2}\text{H}$  del xilema de la branca van resultar estar més enriquits que els de l'aigua del sòl, la qual cosa va provocar una desviació sistemàtica respecte la GMWL. L'enriquiment isotòpic de l'aigua del xilema de la branca va ser major per a la pícea que per al faig en boscos mixtos. Aquesta base de dades és especialment útil per a estudis a gran escala sobre l'ús de l'aigua de les plantes, validacions de models ecohidrològics i cartografia isotòpica d'Europa.

## **Avenços recents en els models de mescla assistits per traçadors dels fluxos d'aigua de la Zona Crítica**

La Zona Crítica és la capa de la superfície terrestre on interactuen l'aire, l'aigua, les plantes, el sòl i les roques. Entendre com es mou l'aigua per aquesta zona és essencial per a gestionar els recursos hídrics i mantenir uns ecosistemes sans, sobretot perquè les condicions poden canviar en el futur. Una forma en què els investigadors estudien el moviment de l'aigua en la Zona Crítica és utilitzant models de mescla assistits per traçadors. Aquests models combinen marcadors naturals, denominats "traçadors", per a seguir la trajectòria de l'aigua a mesura que es desplaça des de les precipitacions fins al subsol i a través dels aqüífers profunds. Aquesta revisió destaca els avenços recents en aquests models assistits per traçadors i com milloren la nostra comprensió del flux d'aigua a través la Zona Crítica.