

Convocatoria de ayuda a proyectos de investigación liderados por jóvenes investigadores (9ª ed., 2019)

1. Datos de identificación.

Título de la propuesta	Los árboles absorben agua por las raíces, ¿solo? Una nueva aplicación de los isótopos estables del agua para evaluar la importancia de la absorción a través de la corteza en períodos fríos y de sequía
Categoría	Consolidando la investigación
Nombre y apellidos del Beneficiario	Teresa Efigenia Gimeno Chocarro
Datos de contacto: e-mail y teléfono	Teresa.gimeno@bc3research.org , 944014690
Departamento/Instituto/Grupo de Investigación/Otros	Basque Centre for Climate Change
Dirección, código postal, provincia	Edificio Sede, Planta 1 Parque Científico del País Vasco, Campus UPV Barrio Sarriena s/n 48940 Leioa, Bizkaia

2. Memoria Técnica. Actividades y resultados de investigación

2.1. Introducción (Planteamiento, objetivos y justificación)

La absorción de agua a través de las raíces es la vía principal para mantener el suministro de agua a todo el resto de órganos de la planta y al flujo transpiratorio (Tyree, 2003). Sin embargo, existen otras vías alternativas de absorción de agua que también pueden contribuir de forma significativa al mantenimiento del suministro de agua, sobre todo en la parte terminal del circuito: en las hojas y ramas. Estas vías son la absorción de agua a través de las hojas (e.g. Burgess & Dawson, 2004; Goldsmith et al. 2017) y/o de la corteza (e.g. Earles et al., 2016; Katz et al., 1989). La absorción de agua a través de la corteza se describió hace tres décadas (Katz et al., 1989) y desde entonces algunos estudios dispersos han demostrado que este proceso puede contribuir a la reparación de embolismos (rupturas de la columna de agua que conecta las raíces con las hojas) (Liu et al., 2019), en árboles altos (Earles et al., 2016) o en condiciones de temperatura sub-óptimas (Mayr et al., 2014). Los resultados de estos estudios previos sugieren que la absorción de agua a través de la corteza podría tener un papel funcional significativo en determinadas condiciones. Por ejemplo, la absorción de agua a través de la corteza podría complementar el suministro de agua a las hojas de las ramas de la parte

superior de la copa en árboles altos; o en invierno en árboles perennes, podría suplir un extra de agua cuando las bajas temperaturas aumentan la viscosidad del agua dificultando el ascenso del agua por el xilema (Kaufmann, 1975), o en situaciones de estrés hídrico. Sin embargo, la mayoría de estos estudios utiliza ramas cortadas y los experimentos fueron realizados en condiciones de laboratorio y por tanto, hasta la fecha (y hasta donde yo sé) ningún estudio ha demostrado la absorción de agua a través de la corteza en ramas intactas, en condiciones naturales.

El análisis de la composición isotópica del agua ($\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$) de los tejidos vegetales es una técnica ampliamente utilizada para trazar la absorción de agua en plantas (Burgess et al. 2000). Por ejemplo, la aplicación de pulsos de riego con agua isotópicamente enriquecida permite elucidar los nichos de partición del uso del agua entre plantas en ecosistemas donde la disponibilidad hídrica es limitada (Kulmatiski et al. 2010; Piayda et al. 2017). El seguimiento y absorción de agua isotópicamente enriquecida también se ha utilizado para trazar la absorción de agua a través de la corteza en ramas de árboles (Mayr et al., 2014), pero de nuevo, sólo en ramas cortas y en condiciones artificiales. Aquí, propongo una nueva aproximación experimental para comprobar la absorción de agua a través de la corteza en ramas intactas utilizando la técnica del marcaje con agua isotópicamente enriquecida. Las principales ventajas de esta técnica es que permite demostrar la absorción de agua a través de la corteza en ramas altas en campo y que el método de aplicación simula un humedecimiento de la corteza similar al que podría ocurrir en condiciones naturales por ejemplo tras una nevada o a primera hora de la mañana debido al rocío. Así pues, los objetivos de este estudio fueron: *i*) comprobar la efectividad de la técnica del marcaje con agua isotópicamente enriquecida para testar la absorción de agua a través de la corteza, *ii*) verificar la absorción de agua a través de la corteza en períodos de frío y de sequía y *iii*) evaluar el papel funcional de la absorción de agua a través de la corteza en el manteamiento de las funciones fisiológicas (transpiración y fotosíntesis).

2.2. Descripción de la ejecución- Metodología

Sitio de estudio

En enero de 2019, se seleccionaron dos áreas de estudio dentro del Monumento Natural del Monte Santiago (Burgos). La primera zona, se localizó en los alrededores de la 'Senda de la Dehesa del Agua' (42.9562N, 3.0271W, 900 m s.n.m.) en una masa de pinar de repoblación de

Pinus sylvestris L., con algunos individuos intercalados de *Pinus nigra* Arn. La segunda zona se localizó en los alrededores de la Casa del Parque del Monte Santiago (42.9426N, 3.0014W, 900 m s.n.m.) en medio de un bosque dominado por el haya (*Fagus sylvatica* L.). El permiso para realizar el trabajo de campo, la recolección de muestras y el acceso al Monumento Natural con el camión con plataforma elevadora se obtuvo en Febrero de 2019 de la diputación provincial de Burgos de la Junta de Castilla y León (Anexos). En cada uno de los sitios se seleccionaron 5-6 individuos de cada especie (*P. sylvestris* y *F. sylvatica*). El clima en la zona de estudio es oceánico templado, limítrofe con un clima Mediterráneo. La persistencia de las masas de haya en esta zona está favorecida por la entrada periódica de nieblas de origen oceánico que reducen el déficit de la presión de vapor durante los meses de verano. Según los registros disponibles (2001-2013) para la estación meteorológica más cercana al sitio de estudio (Orduña: 42.9837N, 3.03725W, 934 m s.n.m), la precipitación media (\pm se) anual es de 1028 ± 68.2 mm, siendo noviembre el mes más lluvioso (142 ± 21.4 mm) y julio el más seco (36.8 ± 4.5 mm). La temperatura media anual es 9.33 ± 0.23 °C, siendo febrero el mes más frío (temperatura mínima diaria media: 0.68 ± 0.66 °C) y agosto el más cálido (temperatura máxima diaria media: 21.3 ± 0.66 °C). La información detallada (temperatura, déficit de la presión de vapor y precipitación) para el año hidrológico durante el cual se realizaron los muestreos (1 octubre 2018 – 30 septiembre 2019) en la misma zona se obtuvo de la red Euskalmet (Figura 1). En toda la zona de estudio, el suelo es poco profundo, pedregoso y originado a partir de calizas arcillosas y margas del cretácico superior.

Diseño experimental y marcaje isotópico en campo

Se realizaron dos campañas de muestreo en campo. Una en invierno (13-14 febrero, solo pino) y otra en verano (3-5 julio, pino y haya), durante 2-3 días soleados consecutivos (Figura 1). En cada una de las campañas, se aplicaron 3-4 vendajes a cada uno de los árboles en cuatro ramas del tercio superior de la copa. Para acceder a las partes altas de la copa de los árboles se utilizó un camión con plataforma elevadora. Los vendajes se aplicaron en ramas de 1 cm de diámetro y de tal manera que el vendaje cubriera ~10 cm de rama sin hojas y que los segmentos anterior y posterior al vendaje tuvieran hojas. Los vendajes de algodón fueron recubiertos con Parafilm® y sujetos a su correspondiente rama por cada uno de sus extremos con cinta aislante plastificada y bridas. A continuación, a cada vendaje se le inyectó 5-10 mL de agua isotópicamente enriquecida utilizando una aguja hipodérmica. El agua isotópicamente enriquecida consistió en una mezcla (8:1000 v) de óxido de deuterio

(D₂O 99.99%, Sigma-Aldrich Química S.A., Madrid, España) en agua mineral (de composición isotópica: $\delta^2\text{H} = -74$ y $\delta^{18}\text{O} = -10.2$ ‰) con una $\delta^2\text{H}$ de 102380 ‰ (es decir siete órdenes de magnitud más enriquecido que los valores naturales). Los vendajes se colocaron en ramas en el tercio superior de la copa, a 7 y 12 m de altura (pino y haya, respectivamente) entre las 10 y las 12 de la mañana (hora local) y pasadas 24 h, se muestrearon todas las ramas con vendaje (incluyendo el vendaje y los segmentos anteriores y posteriores), así como una rama control por árbol, en la que no se hubiera aplicado ningún vendaje. Para cada una de las ramas, recolectamos un segmento de rama anterior y otro posterior al vendaje, ambos separados al menos 2.5 cm del extremo del vendaje correspondiente. Los segmentos de rama se pelaron cuidadosamente para eliminar la corteza y el floema.

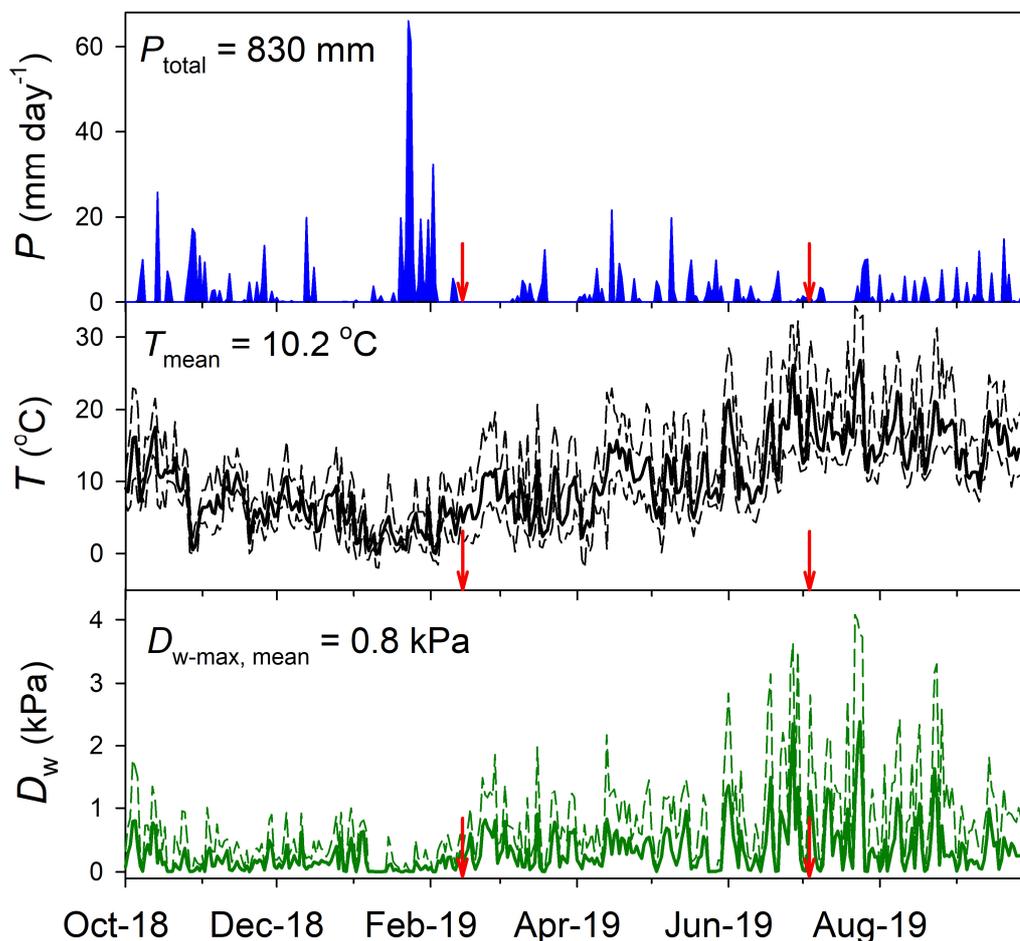


Figura 1. Valores diarios de precipitación (P), temperatura (T) media (línea continua negra), mínima y máxima (líneas discontinuas negras) y déficit de presión de vapor (D_w) medio (línea continua verde) y máximo (línea discontinua verde). Se indican valores anuales correspondientes para el año hidrológico. Las flechas rojas indican las campañas de medida.

Para la rama control y una rama con vendaje por árbol además muestreamos las hojas y la corteza de los segmentos anterior y posterior al vendaje (solo un segmento en la rama control). Las muestras de xilema, corteza u hoja se introdujeron en viales de vidrio de rosca (Exetainer, LabCo Ltd., Lampeter, Reino Unido) que se cerraron y se sellaron con Parafilm®. Las muestras se almacenaron en una nevera portátil hasta su traslado al laboratorio donde se conservaron a 4°C hasta la extracción.

Extracción y análisis de la composición isotópica del agua de la madera

La extracción de agua de las muestras de madera se realizó mediante destilación criogénica en el INRA de Burdeos (Francia), siguiendo el protocolo específico para estas instalaciones (Jones et al., 2017). Brevemente, los viales de vidrio con las muestras se destaparon e inmediatamente se introdujeron en tubos de vidrio conectados a la línea de extracción y se congelaron sumergiendo los tubos de vidrio en nitrógeno líquido. En el extremo opuesto de cada una de las líneas, se insertó un tubo de vidrio en forma de U para recolectar el agua extraída (Figura 2). A continuación, se evacuó todo el aire de las 24 líneas de extracción hasta una presión por debajo de 1 Pa. Para comprobar que las líneas de extracción se mantuvieran al vacío durante toda la extracción, se monitorizó la presión de forma continua con sensores de presión sub-atmosférica (APG100 Active Pirani Vacuum Gauges, Edwards, Burgess Hill, Reino Unido). Una vez congeladas las muestras y con todas las líneas de extracción evacuadas, los tubos de vidrio en forma de U se sumergieron en nitrógeno líquido, para crear una trampa de congelación criogénica, y los tubos con las muestras se introdujeron en un baño a temperatura ambiente, durante una hora. Transcurrido ese tiempo, el baño se calentó hasta los 80 °C, a lo largo de una hora, y por último se mantuvieron las muestras en el baño a 80 °C durante una hora más (total 3 horas). Para verificar la eficiencia de la extracción, las muestras se pesaron antes y después de la extracción y después de secarse en el horno a 105 °C durante 48 horas.



Figura 2. Línea de extracción de agua por medio de destilación criogénica con las muestras inmersas en el baño de temperatura y los tubos colectores congelados en nitrógeno líquido (izquierda). Medidas de intercambio gaseoso en ramas de *P. sylvestris* (derecha).

El análisis de la composición isotópica ($\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$) del agua extraída se realizó empleando un espectrómetro de cavidad óptica (TIWA-45EP, Los Gatos Research, USA) acoplado a un autoanalizador y vaporizador (LC-xt, PAL systems, Switzerland). Todas las muestras analizadas se calibraron utilizando dos estándares domésticos (calibrados a su vez con los estándares de la IAA) y los valores de $\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ se expresaron en la escala VSMOW-SLAP (Jones et al., 2017). Las muestras de agua extraídas de material vegetal (madera, hojas y/o corteza en este caso) pueden contener concentraciones detectables de compuestos orgánicos (etanol, metanol y otros compuestos biogénicos volátiles) lo cual puede interferir con el análisis de la composición isotópica del agua cuando se emplean espectrómetros láser (Martin-Gomez et al., 2015). Por tanto, para aquellas muestras con concentraciones detectables de metanol y etanol, desarrollamos un protocolo de corrección a posteriori basado en la medida en la banda estrecha (para el metanol) y en la banda ancha (para el etanol) del espectro de absorción de nuestro instrumento (Jones et al., 2017).

Medidas de actividad fisiológica

En octubre de 2019, durante un día soleado, utilizando una pértiga, se recolectaron ramas del tercio superior de la copa de dos individuos de *P. sylvestris*, en una plantación en las inmediaciones del campus del INRA de Burdeos (Francia). A continuación, el extremo cortado de las ramas se introdujo en un recipiente con agua y bajo el agua, se cortó un segmento de ~ 2 cm y se mantuvieron en agua hasta el comienzo de las medidas de intercambio gaseoso. Para las medidas de intercambio gaseoso (Figura 2), se aplicó a una de las ramas un vendaje similar a los utilizados en campo y la otra rama sirvió de control y se alternaron las medidas con el mismo aparato entre las dos ramas. Las medidas de intercambio gaseoso comenzaron inmediatamente después de sacar cada una de las ramas del agua y se realizaron con un analizador de gases infra rojo (IRA, LI-COR 6400, LI-COR env., Lincoln, NE, USA) acoplado a una cámara estándar 2x3. Las agujas de pino se dispusieron horizontalmente en la cámara de tal manera que cubrieran toda la superficie. Una vez introducidas las agujas en la cámara, se esperó hasta que se estabilizaron los valores de fotosíntesis (A_{net}) y conductancia estomática (g_s) y a partir de entonces se midieron estos valores cada minuto durante 90 minutos, alternando las ramas en dos rondas (ronda 1: 0-30 min y ronda 2: 50-90 min). Se utilizó la fuente de luz artificial de la cámara, el sistema de inyección y de control de temperatura para suministrar a las agujas dentro de la cámara luz ($1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y un flujo de aire continuo ($300 \mu\text{mol mol}^{-1}$) con una $[\text{CO}_2]$ de $410 \mu\text{mol mol}^{-1}$ y manteniendo la temperatura foliar a 25°C .

Análisis estadístico

Las diferencias entre los segmentos anterior y posterior al vendaje en la composición isotópica ($\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$) del agua extraída del xilema se analizaron utilizando *t*-test, una vez verificada la distribución normal de los datos. Se utilizaron también *t*-test para analizar diferencias en $\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ entre la rama control y los segmentos anteriores al vendaje. Para estimar el efecto del vendaje en el mantenimiento de la funcionalidad, se calculó la derivada de g_s y de A_{net} para cada intervalo de medida y se analizó con un ANOVA de dos vías el efecto del vendaje en cada una de las rondas. Todos los análisis se llevaron a cabo en el entorno de R (v. 3.6.1) con el paquete *stats* (R Development Core Team, 2019).

2.3. Resultados obtenidos (cumplimiento de objetivos)

Análisis de composición isotópica de ramas marcadas en campo

El autoanalizador sufrió una grave avería durante el transcurso de las medidas que sólo se consiguió reparar recientemente, por tanto, a día de hoy, aún no dispongo de los datos de composición isotópica del xilema (ni de las hojas, ni de la corteza) para los segmentos posteriores al vendaje de la campaña de verano. Por tanto, en este informe, me limito a comentar los datos correspondientes a la campaña de invierno (solo pino, Tabla 1). La composición isotópica del agua del xilema de los segmentos anteriores al vendaje fue similar a la de las ramas control, tanto para el ^2H ($t = 0.7$, $P = 0.519$), como para el ^{18}O ($t < 0.1$, $P = 0.998$). Así mismo, para la $\delta^{18}\text{O}$ del xilema de los segmentos anterior y posterior al vendaje no fue significativamente distinta ($t = 1.4$, $P = 0.192$) mientras que el agua del xilema del segmento posterior estaba claramente enriquecida en ^2H ($t = 4.3$, $P < 0.001$). En cuanto a la composición isotópica de las hojas y la corteza, los resultados del primer muestreo no fueron concluyentes debido a la cantidad de datos ausentes (no se pudo extraer suficiente agua de la mayoría de muestras recolectadas). De todas formas, nuestros resultados podrían sugerir que el agua tanto de las hojas como de la corteza del segmento posterior podría estar enriquecida en ^2H , pero no en ^{18}O con respecto al segmento anterior (Tabla 1). Esta sugerencia es consistente con los resultados observados para la composición isotópica del xilema de los segmentos anterior y posterior.

Tabla 1. Composición isotópica ($\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en ‰) media (se) para los distintos tejidos (hoja, corteza y xilema) en los segmentos control, anterior y posterior al vendaje en *P. sylvestris* para la campaña de invierno.

Tissue	Control		Before		After	
	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$
Leaf			-2.66	3.39	61.03 (31.68)	2.15 (0.75)
Bark	-48.22 (9.24)	-9.32 (0.14)	-30.46 (4.92)	-8.90 (0.26)	-7.06 (12.46)	-9.05 (0.54)
Xylem	-49.29 (4.35)	-9.25 (0.33)	-49.14 (1.2)	-9.07 (0.21)	45.90 (11.82)	-8.66 (0.16)

Medidas de intercambio gaseoso

Las tasas de fotosíntesis y conductancia estomática descendieron de forma significativa ($dA_{\text{net}} < 0$ y $dg_s < 0$) en ambas ramas (control y con vendaje) a lo largo del tiempo y como era de esperar, esta reducción fue mayor en la segunda que en la primera ronda de medida ($t = -4.9$ y -3.1 , $P < 0.005$, para dA_{net} y dg_s , respectivamente, Figura 3). La tasa de descenso de g_s fue menor en la rama con vendaje que en la rama control ($t = -2.9$, $P = 0.005$) y tanto para A_{net} como para g_s , la tasa de reducción en la segunda ronda fue menor en la rama con vendaje ($t = 3.6$ y 5.2 $P < 0.001$, para dA_{net} y dg_s , respectivamente, Figura 3).

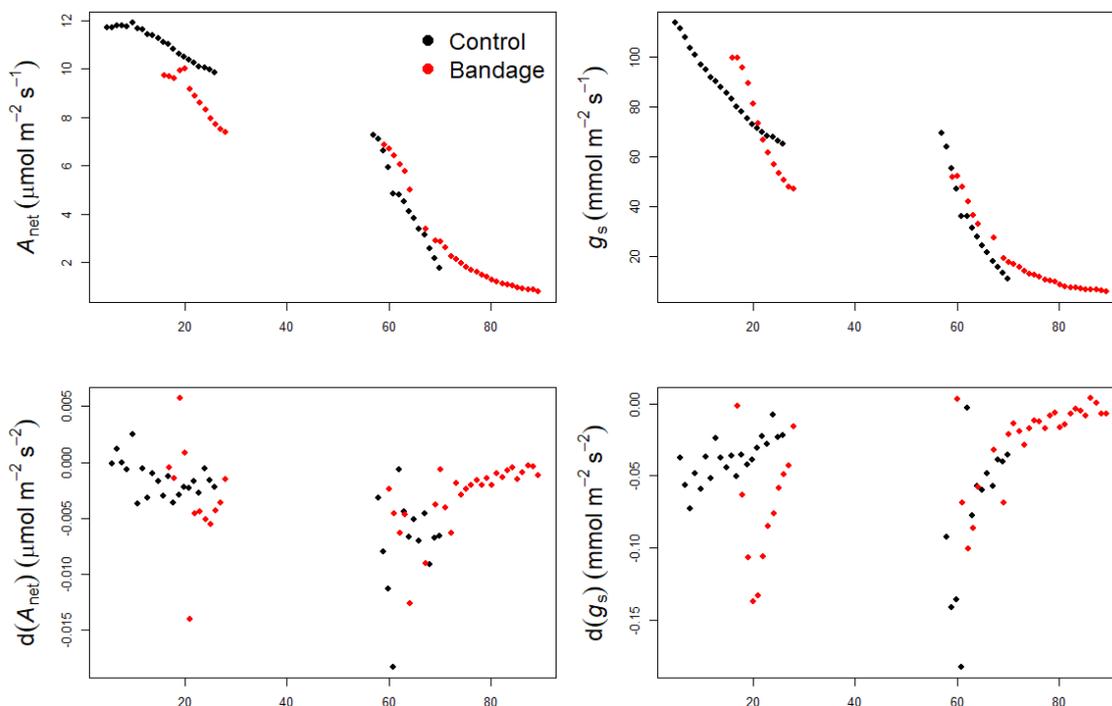


Figura 3. Evolución temporal de la tasa de fotosíntesis (A_{net}) y conductancia estomática (g_s) y sus correspondientes derivadas en la rama control (negro) y rama con vendaje (rojo).

2.4. Conclusiones y valoración de la ejecución

De acuerdo con el análisis preliminar, la técnica propuesta de marcaje con agua isotópicamente enriquecida es válida para demostrar la absorción de agua a través de la corteza en ramas intactas para árboles altos. Nuestros resultados muestran claramente que la composición isotópica del xilema del segmento posterior al vendaje está enriquecida con respecto al anterior para el ^2H , pero no para el ^{18}O . No podemos descartar del todo que no haya habido ascenso por capilaridad por la corteza desde el vendaje del agua enriquecida, ya que la composición isotópica de la corteza del segmento posterior podría ser mayor que la del segmento anterior. Nuestros resultados no son concluyentes en este último aspecto ya que el agua extraída de la mayoría de muestras de corteza fue insuficiente para el análisis posterior. En la campaña de verano, esto se solucionó parcialmente recolectando una mayor cantidad de corteza para cada muestra. Los resultados del experimento de medidas de intercambio gaseoso sugieren que la absorción de agua a través de la corteza, en el formato en el que se aplicó aquí en campo (vendaje) podría contribuir a mantener la apertura estomática y por tanto la ganancia de carbono.

2.5. Publicaciones resultantes

Los resultados obtenidos descritos arriba serán detallados en una publicación que se enviará a la revista *Tree Physiology* (factor de impacto: 3.5) en 2020. Además, en enero de 2020, enviaré un resumen para participar con una contribución oral a la sesión H10.3 de la próxima asamblea general de la asociación europea de geociencias (EGU). Por último, también divulgaré los resultados obtenidos en este proyecto en la ponencia invitada que daré en julio de 2020 en el ‘Second workshop on isotope-based studies of water partitioning and plant-soil interactions’ (Galileo Conference patrocinada por la EGU), que se celebrará en Hannover (Alemania).

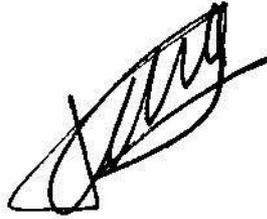
Burgess & Dawson 2004 *Plant, Cell Environ.* 27:1023; Burgess, Pate, Adams & Dawson 2000 *Ann. Bot.* 85:215; Earles, Sperling, Silva, McElrone, Brodersen, North & Zwieniecki 2016 *Plant Cell Environ.* 39:320-328; Goldsmith, Lehmann, Cernusak, Arend & Siegwolf 2017 *Oecologia* 184:763; Jones, Ogee, Sauze, Wohl, . . . Wingate 2017 *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21:6363; Katz, Oren, Schulze & Milburn 1989 *Trees* 3:33; Kaufmann 1975 *Plant Physiol.*, 56:841-844; Kulmatiski, Beard, Verweij & February 2010 *New Phytol.* 188:199; Liu, Gu, Yu, Huang, Wu, Zhang, . . . Sun, 2019. *Plant Cell Environ.* 24 :2584 ; Martin-Gomez, Barbeta, Voltas, Penuelas, Dennis, . . . Ferrio, J. P. 2015 *New Phytol.* 207:914; Mayr, Schmid, Laur, Rosner, Charra-Vaskou, Damon & Hacke *Plant Phys.* 164:1731; Piayda, Dubbert, Siegwolf, Cuntz & Werner 2017 *Biogeosciences* 14:2293; R Development Core Team 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing; Tyree *Nature* 423:923

3. **Informe de gastos del proyecto.** Relación de partidas de gastos y sus importes. Se deberán aportar justificantes originales de los pagos realizados (tickets, recibos o facturas).

El conjunto de los gastos asociados a la ejecución de este proyecto se ajusta al presupuesto solicitado originalmente (3000 EUR). Todas las compras y gastos han sido efectuados en el transcurso de 2019, por un importe total de 2870.21 EUR (Tabla 1), excepto dos gastos que se incurrirán a principios (antes del 31 de marzo) de 2020 que son: el cargo de procesamiento de resumen ('Abstract processing charge', 40 €), para la próxima asamblea general de la Asociación Europea de Geociencias (EGU), y la adquisición de septos de goma de repuesto para el autoanalizador láser (90 €). Estos últimos gastos completan el total del presupuesto solicitado. El presupuesto asignado a cada una de las partidas varía con respecto a lo presupuestado inicialmente. Notablemente, el coste del alquiler de la plataforma elevadora y la adquisición de los viales para el muestro fueron mayores de lo previsto inicialmente. Por suerte, pude compensar estos sobre-costes recortando la partida asignada mi estancia en el IRNA de Burdeos (Francia, me ahorré el alojamiento) y tuve la suerte de que el laboratorio de isótopos estables de dicha institución aportó gran parte del material fungible.

Tabla 2. Relación de gastos (en EUR) por partidas. Véase Anexo I para información detallada

Partida de gastos	Importe (€)
Herramientas y útiles de campo	130.89
Fungible (campo)	291.51
Fungible (laboratorio)	594.34
Alquiler camión con plataforma elevadora	1465.32
Manutención estancia INRA-Burdeos	71.05
Peajes	226.72
Gasolina	90.38
TOTAL	2870.21



Fdo: Teresa E. Gimeno

en Leioa, a 19 de diciembre de 2019

ANEXO I: relación detallada de gastos por partidas

Partida	Concepto	Fecha	Importe (€)
Camión	Camión con plataforma elevadora	14/02/2019	594.72
Camión	Camión con plataforma elevadora	05/07/2019	870.6
Fungible campo	Leroy Merlin varios	29/01/2019	116.92
Fungible campo	Cinta americana, otros	31/01/2019	14.76
Fungible campo	Cinta eléctrica	31/01/2019	8.58
Fungible campo	Parafilm	31/01/2019	41.85
Fungible campo	Arneses	28/06/2019	109.4
Fungible laboratorio	Oxido de Deuterio	01/02/2019	182.71
Fungible laboratorio	Exetainers LabCo	17/06/2019	411.63
Gastos viaje	Comida Bordeaux	04/03/2019	11.05
Gastos viaje	Comida Bordeaux	05/03/2019	9.75
Gastos viaje	Comida Bordeaux	06/03/2019	11.05
Gastos viaje	Comida Bordeaux	01/10/2019	9.8
Gastos viaje	Comida Bordeaux	02/10/2019	9.8
Gastos viaje	Comida Bordeaux	07/10/2019	9.8
Gastos viaje	Comida Bordeaux	09/10/2019	9.8
Herramientas	Clinómetro	22/01/2019	111.94
Herramientas	Calibre pie de rey	31/01/2019	18.95
Transporte	Peaje	30/09/2010	11.26
Transporte	Peaje	28/02/2018	2.61
Transporte	Gasolina	30/01/2019	49.005
Transporte	Peaje	30/01/2019	4.2
Transporte	Peaje	13/02/2019	3.8
Transporte	Peaje	13/02/2019	0.89
Transporte	Peaje	13/02/2019	2.1
Transporte	Gasolina	14/02/2019	28.01
Transporte	Gasolina	28/02/2019	29
Transporte	Peaje	28/02/2019	11.26
Transporte	Gasolina	07/03/2019	45.2
Transporte	Peaje	07/03/2019	2.61
Transporte	Peaje	07/03/2019	11.26
Transporte	Peaje	03/07/2019	3.8
Transporte	Peaje	03/07/2019	2.1
Transporte	Peaje	03/07/2019	2.1
Transporte	Peaje	04/07/2019	2.1
Transporte	Gasolina	05/07/2019	27
Transporte	Peaje	30/09/2019	2.61
Transporte	Peaje	03/10/2019	2.61
Transporte	Peaje	03/10/2019	11.2
Transporte	Gasolina	07/10/2019	48.5
Transporte	Peaje	09/10/2019	11.26
Transporte	Peaje	09/10/2019	2.61
TOTAL			2870.205