

L'anàlisi dels gens actius del suro durant el creixement estacional posa al descobert els processos involucrats en la seva formació

Sandra Fernández-Piñán

El treball que us presentaré a continuació ha estat publicat a la revista *Scientific reports* amb la col·laboració dels co-autors Pau Boher, Marçal Soler, Mercè Figueras i Olga Serra. Aquest treball és fruit de la meua tesi doctoral desenvolupada a la Universitat de Girona dins el Laboratori del Suro i que es va poder dur a terme d'aquesta manera gràcies a la recent seqüenciació del genoma complet de l'alzina surera (*Quercus suber*), tant necessari per entendre els seus mecanismes de formació.

L'alzina surera és un arbre autòcton de la zona mediterrània. Aquest arbre té la capacitat, a diferència de la resta d'arbres i inclús del seu parent més pròxim, com seria l'alzina, de produir molta quantitat de suro, formant una escorça especialment gruixuda. Aquesta escorça és molt utilitzada en la indústria, degut al fet que el suro és un material amb unes característiques concretes (elasticitat, lleugeresa, impermeabilitat...) que li confereixen molta versatilitat, permetent utilitzar aquest material per múltiples usos. No obstant, la qualitat d'aquest material es pot veure afectada durant la seva formació, impeding inclús el seu ús, degut en part a les condicions ambientals que es donen al llarg de tota la temporada, i provocant com a conseqüència pèrdues econòmiques a la indústria surera. És per aquest motiu que necessitem conèixer en detall la seva formació, sobretot a nivell molecular, per tal d'entendre de manera específica el seu funcionament i saber que està passant en cada moment del desenvolupament.

La formació d'aquest suro s'inicia amb l'activació de la capa mare que genera noves cèl·lules, les quals posteriorment es diferenciarien per a esdevenir cèl·lules de suro. La diferenciació d'aquestes cèl·lules comprèn primer el creixement de les cèl·lules, la síntesi i dipòsit dels biopolímers, lignina i suberina, en les parets cel·lulars que confereixen resistència i impermeabilitat, i un procés de mort cel·lular. Com a resultat, les cèl·lules de suro madures estan mortes amb la part interna buida i les parets reforçades i impregnades en lignina i suberina, conferint-li a l'alzina surera una gran barrera de protecció enfront de la deshidratació, els patògens i la radiació ultraviolada. Ara bé, el creixement d'aquest teixit no és continu al llarg de l'any, sinó que presenta una marcada estacionalitat. El creixement del suro comença durant la primavera amb l'activació de la capa mare. Aquesta capa activa la formació del suro que continua fins a la tardor, aconseguint un pic màxim d'activitat durant el mes de juny. A l'hivern, aquest teixit entra en dormància aturant el seu creixement fins la temporada següent.

En aquest treball, volíem comprendre els mecanismes moleculars que engloben des de la formació de la capa mare del suro (fel·logen), que té la capacitat de generar noves cèl·lules, fins a la maduració de les cèl·lules de suro (fel·lema) que es formen a partir d'aquesta capa mare. Per fer-ho, es van analitzar tot els gens actius (transcriptoma) que es trobaven a les cèl·lules de suro formades recentment (cèl·lules de fel·lema vives) aïllades de l'escorça d'onze exemplars d'alzina surera en tres moments diferents de la temporada de creixement: al seu començament (abril), en el moment màxim de creixement (juny) i en l'etapa avançada (juliol). Per cada mes, es van analitzar els gens actius a través d'una tecnologia de seqüenciació massiva. Això ens va permetre identificar els gens de l'alzina surera que estaven actius durant la formació del suro i es va analitzar la seva variació al llarg de l'estació de creixement. Com que als diferents gens se'ls hi pot assignar una possible funció molecular basant-nos en treballs previs, els gens actius en el diferents moments de l'estació van permetre identificar en una escala de temps els processos moleculars claus per a la progressió del desenvolupament de les cèl·lules del suro i, en general, la formació del teixit del suro.

Els resultats van evidenciar que a l'inici del creixement del suro (abril), la capa mare o fel·logen inicia la regulació del cicle cel·lular i la seva proliferació, a la vegada que activa processos per mantenir un conjunt de cèl·lules com a cèl·lules mare, i processos que desencadenen la diferenciació cel·lular en un altre conjunt de cèl·lules. En canvi, durant el creixement màxim (juny) i durant el creixement avançat (juliol), el teixit en general està més implicat en processos metabòlics relacionats amb la biosíntesi de biopolímers que permeten impermeabilitzar i reforçar la paret cel·lular, suberina i lignina, a l'igual que la formació de compostos amb activitat antimicrobiana com triterpens i compostos aromàtics solubles. Particularment al juliol, els processos contribueixen a la creació d'una paret cel·lular secundària més reforçada d'acord amb la formació del suro tardà i la visualització dels anells de creixement.

Els anells de creixement que s'observen al suro són el resultat d'aquesta activació/inactivació, deguda a l'activitat de la capa mare i al procés de diferenciació de les cèl·lules del suro al llarg de la temporada de creixement. A l'inici de l'estació (maig – juny), la capa mare està molt activa i el creixement és molt ràpid, acumulant-se moltes capes de suro que prenen una aparença més clara, ja que les cèl·lules són molt grans i amb una paret cel·lular bastant prima. Al final de l'estació (setembre – octubre) el creixement és molt més lent i les cèl·lules de fel·lema són més petites i amb una paret cel·lular més gruixuda i rígida, que prenen una aparença més fosca. L'alternança al llarg dels anys d'aquestes capes més gruixudes i clares, i capes més primes i fosques, és el que permet observar els anells de creixement que també ens permetran identificar anys amb més o menys creixement segons les condicions ambientals (Figura 1).

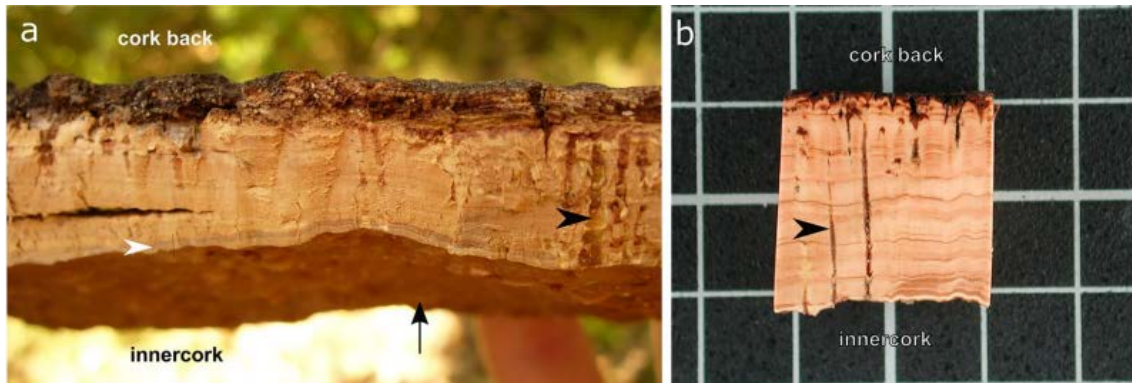


Figura 1. Anatomia de la panna de suro (escorça exterior) de *Quercus suber*. (a) Suro recent collit a finals de primavera (juny) a Romanyà de la Selva (Girona, Espanya) mostrant teixit viu produït aquest any (punta de fletxa blanca) al costat intern del suro, molt proper al fel·logen (fletxa negra). (b) Es mostra una mostra seca i polida que permet apreciar millor els anells de suro anuals visualitzats com a zones més clares (suro primerenc) i zones més fosques (suro tardà). Les lenticel·les es marquen amb puntes de fletxa negres. La distància de l'escala de quadrícula correspon a 1 cm.

Així doncs, l'alzina surera és un arbre excepcional ja que presenta una escorça externa circumferencial únicament formada per fel·lema que és el que coneixem com a suro i que no es troba d'una manera tant desenvolupada en cap altra planta llenyosa. Aquest fet proposa que la capa mare es forma circumferencialment i es va activant i desactivant a l'inici i al final de l'estació de creixement, any rere any, acumulant capes de suro que es van adherint a les cèl·lules de suro mortes dels anys anteriors, proporcionant així l'escorça exterior pura i gruixuda que coneixem com a suro. Tots aquests processos fan que el suro tingui unes característiques molt concretes essent un material idoni per a la indústria, però el seu valor comercial depèn dels factors ambientals que tenen lloc durant la seva formació. És per aquest motiu que l'estudi molecular d'aquest teixit durant la seva estació de creixement que no s'havia realitzat a gran escala amb anterioritat ens pot ajudar a entendre la seva formació i el seu comportament. A més, el fet de que alguns d'aquests gens trobats en aquest estudi s'hagin caracteritzat prèviament en altres plantes model reforça les nostres dades i ens proporciona informació molt valuosa per ajudar-nos en la comprensió dels mecanismes que controlen la funció del teixit protector, el suro.