

La scienza e i suoi modelli: affrontando le teorie sugli alberi

di Duncan Slater

MArborA MICFor, Docente in arboricoltura presso il Myerscough College, Preston, UK.
dslater@myerscough.ac.uk

6

Titolo originale "Science and its Models: Tackling tree theories". Articolo pubblicato in ARB Magazine, n. 176, primavera 2017, per gentile concessione dell'Arboricultural Association Inglese. www.trees.org.uk

Traduzione di Giordano L.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) e Centro di Competenza per l'Innovazione in Campo Agro-Ambientale (AGROINNOVA), Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)

luana.giordano@unito.it

Introduzione

La parola "modello" può far riferimento a molte cose, dai progetti in miniatura (es. *modello* in scala di un villaggio) alle variazioni su un prodotto di marca (es. *marca* e *modello* di una macchina), dalle persone il cui lavoro si basa sul mostrare i vestiti che indossano ("*fashion model*", letteralmente *modello*) al comportamento ideale che dobbiamo cercare di seguire (es. *modello* di comportamento).

Possiamo concentrarci sui modelli come punto di discussione: per esempio, l' Hillman Imp di mio padre (un vecchio modello di auto inglese, per tutti i giovani che stanno leggendo questo articolo), motore posteriore, bagagliaio anteriore, ha afflitto la nostra famiglia per circa quattro anni. Non sono affatto triste per le tre vacanze annuali di famiglia che questo modello di auto ci ha rovinato nella mia infanzia: doversi sedere sulle ginocchia di mia madre perché i posti a sedere erano pochi...dover spingere questa cosa maledetta lungo la collina in High Wycombe per riportarla a casa alla fine della nostra vacanza sulla costa

meridionale. È stata diabolica e all'altezza del nome del suo modello, "Imp" (letteralmente peste/monello).



Figura 1 - La modellizzazione scientifica della progressione della carie del legno e delle conseguenti rotture degli alberi, come in questo faggio maturo con evidente carie basale, avrebbe bisogno di una grande quantità di dati dato che sono numerosi i fattori coinvolti nel cedimento della pianta.

Comunque, questo breve articolo sarà focalizzato esclusivamente su un solo

significato della parola *modello* – modelli scientifici, elaborati nell’ambito di studi di carattere scientifico – inserita nel contesto dell’arboricoltura.

Che cos’è un “modello scientifico”?

La scienza può essere considerata come la ricerca di nuova conoscenza in grado di spiegare meglio la natura del mondo che ci circonda. Modellizzare aiuta a prendere i dati grezzi ottenuti dagli studi e a comunicarli in una forma che predice dei comportamenti o dei risultati e/o che spiega dei fenomeni osservati. Un modello spesso riporta un risultato chiave di uno studio scientifico, traducendolo in una forma comprensibile ai più. Va sottolineato che un modello rappresenta spesso una semplificazione di uno studio scientifico, cercando di sottolineare l’importanza di particolari leggi o comportamenti, potenzialmente sottovalutando fattori marginali o fatti che sono “eccezioni alla regola”.

Oggi siamo circondati dai prodotti della complessa modellizzazione scientifica: ad esempio, le quotidiane previsioni del tempo, la moderna pratica medica, l’efficienza del carburante nei motori e la modellazione dei cambiamenti climatici.

I modelli non possono rivendicare lo *status* di essere perfetti o veri. Provate a chiedervi: “Le previsioni del tempo sono sempre vere?” – “Le diagnosi mediche sono sempre corrette?” – “E’ il chilometraggio massimo che mi posso aspettare dalla mia Hillman Imp?” – “Perché pioviggina sempre a Manchester – dov’è questo cambiamento climatico che tutti ci promettono?”.

La modellizzazione scientifica degli effetti e dei comportamenti è un processo iterativo – i modelli scientifici migliori sostituiscono quelli vecchi e più deboli, in quanto i primi hanno una migliore capacità predittiva, forniscono risultati più affidabili e considerano anche i dati

marginali. Chi è quella persona sana di mente che vorrebbe tornare ai modelli degli anni ’80, quando oggi abbiamo un sistema di previsioni del tempo migliore? (Figura 2). Chi vorrebbe tornare agli anni ’80 per le cure contro il cancro, visti i progressi che sono stati fatti nella ricerca? Per via del progresso scientifico, i modelli sono sostenuti, utilizzati, ricercati e frequentemente superati.

Con questa consapevolezza degli scopi e degli inevitabili limiti dei modelli scientifici, vediamo ora tre modelli che si riferiscono alla teoria dell’arboricoltura.



Figura 2 – Quasi trent’anni fa, i limiti delle previsioni del tempo vennero portati alla luce in questa tristemente nota previsione presentata da Michael Fish in cui venne smentito l’arrivo di un uragano mettendo nei guai il MET Office. Infatti, il giorno successivo arrivò un uragano, causando 18 vittime e una stima di 12 milioni di alberi caduti in UK (BBC, 1987).

I modelli di inserzione delle branche

Alcuni lettori di questo articolo saranno a conoscenza del fatto che il mio Dottorato di ricerca si è concluso con l’elaborazione di un nuovo modello anatomico per descrivere come le branche sono meccanicamente inserite negli alberi. Il modello precedente, proposto da SHIGO (1985), è illustrato in Figura 3. Questo era un modello veramente molto importante all’epoca, in quanto forniva delle prove contro il taglio raso delle branche in corrispondenza del punto di inserzione

delle stesse nel fusto; la rimozione del colletto delle branche, infatti, danneggiava i fusti stessi degli alberi. Ci è voluto circa un mese del mio Dottorato per capire che questo modello di inserzione delle branche doveva essere sostituito in virtù dell'anatomia di tutte le inserzioni che ho analizzato e che non rientravano nei requisiti indicati dal modello. Per sviluppare un nuovo modello ho eseguito scansioni microtomografiche su inserzioni di nocciolo (*Corylus avellana* L.) e quercia (*Quercus robur* L.), nonché su molte rotture in corrispondenza delle inserzioni ed utilizzando un microscopio elettronico a scansione ambientale per osservare le superfici di rottura (Figura 4). Il risultato di questo lavoro è stato un nuovo modello di inserzione delle branche, basato su due fondamentali caratteristiche anatomiche: i nodi dei rami e il denso legno ritorto che si forma sotto la corteccia delle branche (SLATER & ENNOS, 2017).

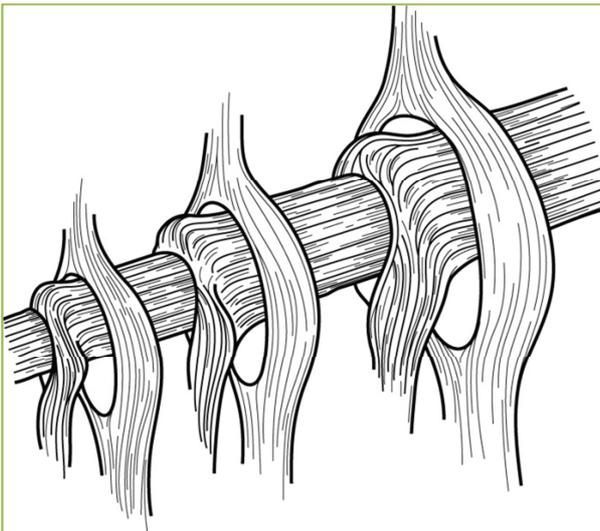


Figura 3 - Ridisegno del modello anatomico di inserzione delle branche proposto da SHIGO (1985) che le nostre recenti ricerche hanno mostrato essere del tutto impreciso.

In una fase iniziale, abbiamo evidenziato alcuni dei problemi fondamentali del

precedente modello di inserzione delle branche (SLATER & HARBINSON, 2010). Ragionando in modo logico, branche e tessuto del tronco non possono essere tenuti insieme dalle inserzioni delle branche, se queste sono cilindriche e se non c'è formazione del nodo. È chiaro che il materiale al di sotto del collare di corteccia della branca è appositamente differenziato per formare i tessuti aderenti a tali inserzioni codominanti (SLATER & ENNOS, 2013). Tuttavia, la cresta di corteccia è anche presente nelle inserzioni delle branche nel fusto (Figura 5): come può questa cresta di corteccia essere una componente fondamentale nelle inserzioni codominanti e non avere alcuna importanza nelle inserzioni delle branche nel fusto?

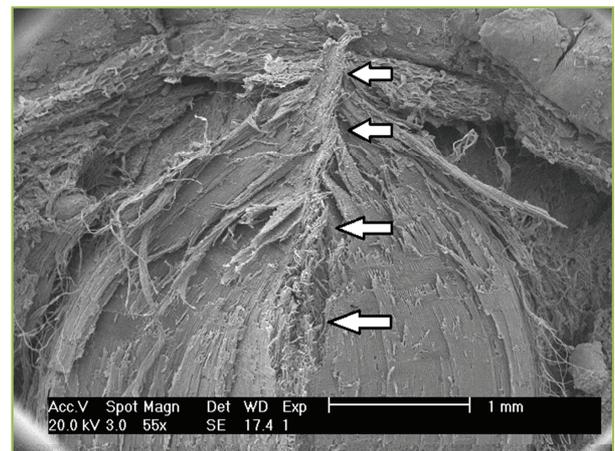


Figura 4 - Immagine al microscopio a scansione di un'inserzione di branca in larice (*Larix decidua* Mill.) che mostra come si formi una "spina dorsale" centrale di sovrapposizione del legno in corrispondenza dell'inserzione principale (identificata dalle frecce bianche).

Sottolineare le proposizioni illogiche e le inconsistenze è un modo per migliorare i modelli esistenti e per elaborarne di nuovi.

Modellizzare la sollecitazione e la tensione nelle piante in piedi

Gli alberi sono organismi complessi e differenziano complesse strutture legnose. Bisognerebbe diffidare di tutti

quei modelli semplicistici che riguardano la struttura degli alberi - gli alberi non sono semplicistici.

Un modello semplice è "l'assioma della sollecitazione uniforme", che può essere definito come il concetto secondo cui un albero crescendo mantiene uniformemente distribuite le sollecitazioni derivanti dalle varie tensioni. La proposta iniziale di questo modello è stata elaborata da METZGER (1893), come metodo per stimare la conicità del fusto di un albero in un impianto; tuttavia, più recentemente è stato proposto che il modello venga applicato anche a tutte le altre parti di un albero (MATTHECK *et al.*, 2015).

Il mio recente articolo pubblicato su *Arboricultural Journal* sottolinea i numerosi aspetti in cui questo reincarnato modello è carente:

- Questo modello non definisce quando le sollecitazioni sono uniformi nella struttura di un albero. Non può essere quando l'albero è a riposo, né quando è in crescita, suggerendo che non ci sono mai dei momenti in cui le sollecitazioni sono uniformi.
- Quando una branca o un getto si curvano le sollecitazioni si concentrano al centro di quella curva. Di conseguenza, quando l'albero è in crescita, la distribuzione delle sollecitazioni è complessa, non uniforme, e ripetute sollecitazioni si concentrano in zone chiave lungo le branche, le inserzioni e i fusti quando questi sono ricurvi.
- Una strategia di "sollecitazione uniforme" sarebbe una tattica appropriata da adottare se la struttura dell'albero consistesse di legno omogeneo ovunque. Tuttavia, l'albero produce tipologie diverse di legno all'interno delle sue strutture: legno giovanile e legno maturo, legno con densità maggiore e legno di reazione

come il "legno di compressione" e il "legno di tensione" (WARDROP & DADSWELL, 1948). Queste differenti tipologie di legno determinano differenti livelli di sollecitazione, pertanto perché le sollecitazioni dovrebbero essere uniformi in tutta la struttura dell'albero?

Ulteriori argomentazioni sulla necessità di elaborare un nuovo modello per spiegare l'adattamento dell'albero sono riportate nell'articolo di SLATER (2016), che cerca anche di riconnettere gli arboricoltori britannici ai principi dimostrati della "tigmomorfogenesi" - il modello generale secondo cui le piante adattano la loro forma in risposta alla tensione - non alle sollecitazioni (TELEWSKI, 2006).

Rimpiazzare il modello CODIT con qualcosa di meglio

Uno dei più vecchi e duraturi modelli (sviluppato negli anni '70) che rimane una pietra miliare nel programma didattico di molti corsi di arboricoltura è il modello CODIT (*Compartmentalization of Decay in Tree*, letteralmente "compartimentazione della carie negli alberi"). Come un modello anatomico, descrive le caratteristiche all'interno del legno delle piante vive che potenzialmente agiscono come barriere nei confronti della carie del legno. Tuttavia, il modello CODIT è veramente molto limitato nella capacità di predire la progressione della carie. Il modello infatti semplifica la struttura legnosa a tal punto che le caratteristiche anatomiche sono descritte come "pareti", quando spesso non sono nemmeno contigue all'interno del legno (SCHWARZE, 2008). È facile individuare una lista di difetti o omissioni in questo modello che sottolineano la necessità sia di uno studio di carattere scientifico sulla carie sia di elaborare un modello più utile:

- Le differenze nella resistenza delle “quattro pareti del CODIT” non sono quantificate nel modello, pertanto non c’è alcun modo di predire la relativa efficacia di queste barriere. Nei casi di carie più avanzata, queste “barriere” possono essere superate ripetutamente (Figura 6a).
- Le caratteristiche anatomiche che compongono le “pareti 1, 3 e 4” del modello CODIT non sono strutture contigue e pertanto non sono né simili né analoghe alle pareti.
- Il modello è molto basilare: i comuni *pattern* di progressione della carie non sono incorporati nella modellizzazione – come ad esempio le reazioni localizzate da parte dell’albero (“parete 4”) e che la carie in un fusto verticale progredisce più rapidamente verso il basso che verso l’alto (“parete 1”).
- Questo modello è stato elaborato in un periodo in cui la presenza di funghi endofiti – determinano infezioni che risultano asintomatiche all’interno dei tessuti legnosi dell’albero fino a quando non innescano una disfunzione dello xilema (STONE *et al.*, 2004) – era sconosciuta, e pertanto il meccanismo di innesco del processo cariogeno non era considerato nel modello.
- Il modello CODIT è spesso inapplicabile ai comuni scenari arboricolturali, ad esempio dove un fusto è cariato o dove l’apparato radicale di un albero è cariato (Figura 6b). Quando si discute sulla carie basale di un albero in piedi, non ho mai incontrato un consulente che impieghi il modello CODIT per predire l’estensione della carie presente: piuttosto, utilizza la sua esperienza e/o l’esperienza di altri. Questo indica che il modello non offre un risultato utile nei casi di alberi con carie avanzata.

Affinché la carie e il suo progredire siano misurabili, occorrerebbe che gli arboricoltori applicassero un approccio “regione crescente” alle aree cariate note. Il software potrebbe modellizzare un determinato scenario, considerando i comuni *pattern* di carie trovati negli alberi con agenti fungini noti, e predire la progressione temporale più plausibile del processo degradativo. Lo sviluppo di un approccio di questo tipo risulterebbe di grande aiuto per coloro che si trovano a valutare alberi carciati senza un’evidenza di come la carie possa progredire e di conseguenza come l’albero adattarsi.

Conclusioni

I modelli scientifici possono essere dei potenti mezzi per predire i risultati e per comunicare le complesse relazioni statistiche in un modo più semplice. Tuttavia, non è corretto pensare che essi siano sempre “veri”, o che un modello non possa essere affinato o migliorato grazie a nuove ricerche. Tali modelli dovrebbero essere giudicati in modo critico per la loro applicabilità, per la loro capacità predittiva e per l’utilità del risultato ottenuto. C’è sempre spazio per migliorare i modelli scientifici.

Questo mette in evidenza alcune questioni che sono piuttosto attuali nella didattica e nell’insegnamento dell’arboricoltura. Se i modelli scientifici sono ancora attuali grazie ai processi di miglioramento, rifiuto o superamento da parte di nuovi modelli, questo necessita di essere riconosciuto nei curricula delle qualifiche da arboricoltore e nei programmi di insegnamento. Tuttavia, in qualità di docente, posso mettere mano sul corso e su specifici moduli che richiedono che certi modelli, come quello CODIT, siano insegnati agli studenti – rendendo l’insegnamento di quello specifico modello obbligatorio per gli studenti,

anche se, come docente, sono consapevole dei suoi difetti.

Questo approccio allo sviluppo del corso non è corretto. Piuttosto che indicare che chiunque segua un corso di arboricoltura è addestrato su specifici modelli scientifici, per loro sarebbe molto meglio essere formati su aree tematiche chiave. Così, piuttosto che inserire come obbligatorio “l’assioma della sollecitazione uniforme” nel programma di un corso di arboricoltura, occorrerebbe per esempio essere molto meno specifici e scrivere: “gli studenti studieranno lo sviluppo della forma dell’albero”. Piuttosto che insistere sull’insegnamento del modello CODIT, bisognerebbe sapere che esiste tutta una serie di modelli per predire la progressione di un processo cariogeno in un albero in piedi e riconoscere la necessità di ulteriori ricerche.

Gli studi condotti nell’ambito del Dottorato di ricerca mi hanno permesso di scoprire che sono state fatte molte ricerche scientifiche sulle piante ma che molte di queste non vengono insegnate a lezione o nella pratica: l’impressione è che stiamo perdendo un sacco di importanti informazioni cercando di insegnare i modelli scientifici del passato. Questo è un po’ come tenere una Hillman Imp su strada oltre il suo tempo - senza dubbio un’attività inutile.

Se l’arboricoltura fosse moderna e non “retro” dovrebbe adoperarsi per migliorare la modellizzazione scientifica negli ambiti descritti nelle pagine precedenti, ma anche in molti altri ambiti dove la teoria mira a fornire informazioni sulle pratiche e sulle tecniche arboricolture. L’alternativa è un fallimento del progresso e una malsana stagnazione di vecchie teorie che non consentiranno di portare avanti l’arboricoltura nel XXI secolo.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BBC (1987) Evening weather forecast on BBC 1, 14th October 1987 featuring Michael Fish; still image obtained at <http://www.bbc.co.uk/news/uk-19923565>.
- MATTHECK C., BETHGE K., WEBER K. (2015) *The Body Language of Trees: Encyclopedia of Visual Tree Assessment*. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany.
- METZGER A. (1893) Der Wind als Massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. *Mündener Forstl* 3, 35-86.
- SCHWARZE F.W.M.R. (2008) *Diagnosis and Prognosis of the Development of Wood Decay*. ENSPEC Ltd., Rowville, Australia.
- SHIGO A.L. (1985) How tree branches are attached to trunks. *Canadian Journal of Botany* 63, 1391-1401.
- SLATER D. (2016) An argument against the axiom of uniform stress being applicable to trees. *Arboricultural Journal* 38, 143-164.
- SLATER D., HARBINSON C.J. (2010) Towards a new model for branch attachment. *Arboricultural Journal* 33 (2), 95-105.
- SLATER D., ENNOS A.R. (2013) Determining the mechanical properties of hazel forks by testing their component parts. *Trees: Structure and Function* 27, 1515-1524.
- SLATER D., ENNOS A.R. (2017) Branch junctions: a review. Submitted to *Forestry*, January 2017.
- STONE J.K., POLISHOOK J.D., WHITE J.F. (2004) Endophytic fungi. In: Mueller G.M., Bills G.F., Foster M.S. (eds.) *Biodiversity of Fungi*. Elsevier Inc.
- TELEWSKI F.W. (2006) A unified hypothesis of mechanoperception in plants. *American Journal of Botany* 93, 1466-1476.
- WARDROP A.B., DADSWELL H.E. (1948) The nature of reaction wood. *Australian Journal of Biological Sciences* 1, 3-16.

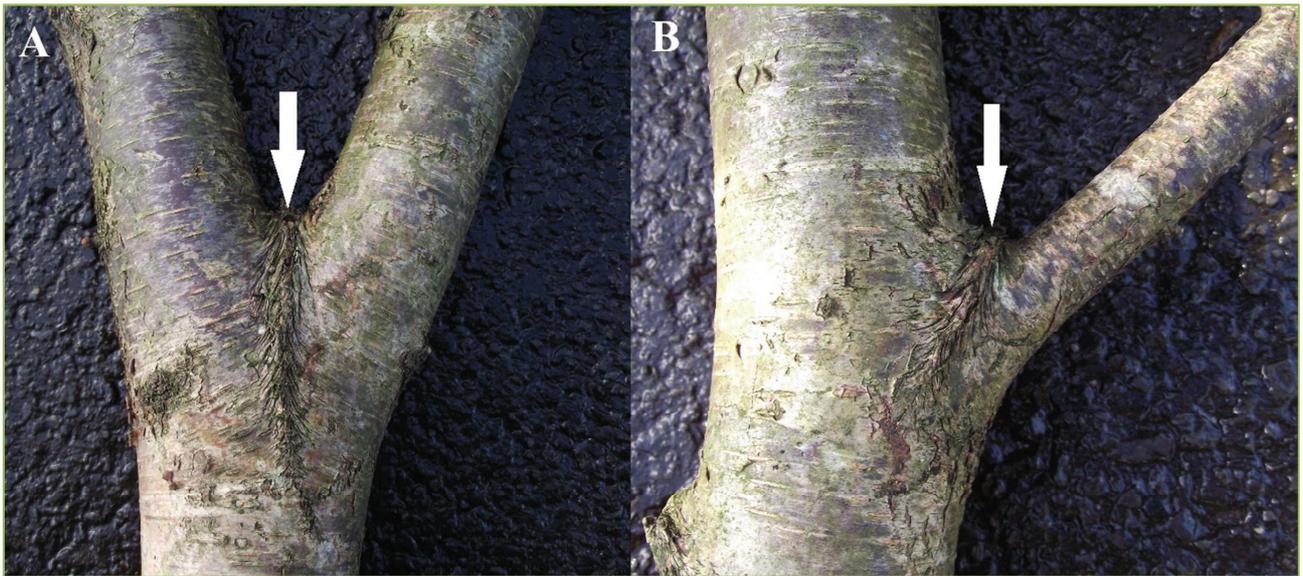


Figura 5 - A: inserzione codominante di branca in betulla (*Betula pendula* Roth.) dove la forza della giuntura è data dal legno formatosi al di sotto della cresta di corteccia. B: inserzione di branca nel fusto della stessa betulla dove un nodo si è sviluppato all'interno dell'inserzione, ma la cresta di corteccia della branca è già evidente (identificata dalla freccia bianca).

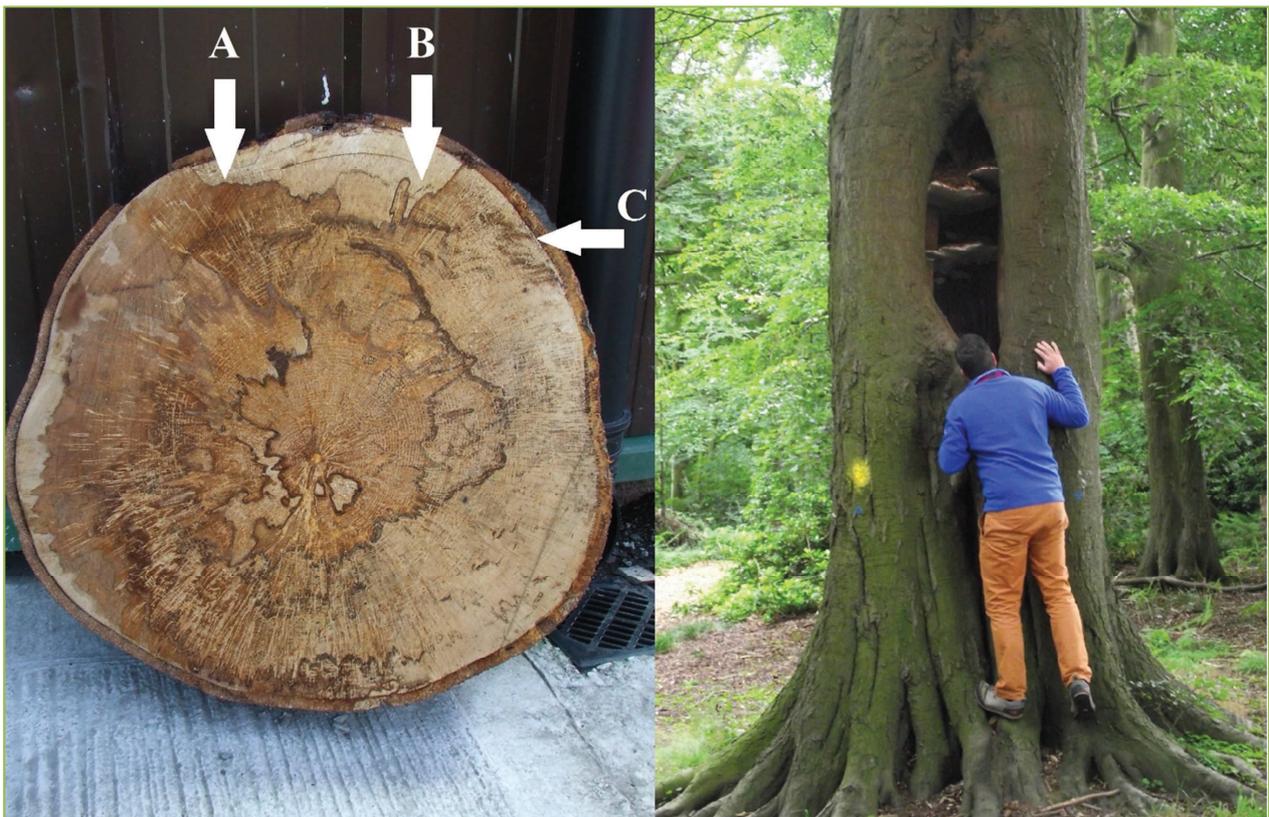


Figura 6 - Carie causata da *Ganoderma australe* su faggio (*Fagus sylvatica* L.). A: sezione trasversale di un faggio maturo fortemente degradata che mostra un modello di carie non conforme a quello del modello CODIT. La carie non termina sempre in corrispondenza degli anelli annuali (freccia A), né in corrispondenza dei raggi parenchimatici (freccia B) e può raggiungere il bordo esterno senza alcuna evidente reazione da parte dell'albero (freccia C). B: Dr. Andy Hiron, che analizza l'interno di una cavità di un faggio all'Università di Lancaster, 2015. Il probabile avanzamento della carie non può essere stimato con il modello CODIT a causa della sua limitata capacità predittiva.