



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Functional xylem anatomy: intra and interspecific variation in stems of herbaceous and woody species

Chacon Dória, L.

Citation

Chacon Dória, L. (2019, October 9). *Functional xylem anatomy: intra and interspecific variation in stems of herbaceous and woody species*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/79255>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/79255>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/79255> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Chacon Dória L.

Title: Functional xylem anatomy: intra and interspecific variation in stems of herbaceous and woody species

Issue Date: 2019-10-09

Samenvatting

De combinatie van toenemende hittegolven en droogte heeft geleid tot grootschalige boomsterfte in verscheidene plantenecosystemen. De kwetsbaarheid van het xyleem met betrekking tot embolievorming is geassocieerd met droogte-geïnduceerde boomsterfte. Daarnaast speelt ook de plasticiteit in houtanatomie – als resultaat van adaptatie over een evolutionaire tijdsperiode – een centrale rol in hydraulische plantenstrategieën. Daarom is het belangrijk te begrijpen hoe planten omgaan met droogte-geïnduceerde embolievorming voor het voorspellen van plantenverspreiding en het modelleren van de klimaatimpact op de vegetatie.

In deze thesis, heb ik de ecologische relevantie van embolieresistentie bij planten bestudeerd, en heb ik de plasticiteit en functionele aspecten van xyleemanatomische kenmerken in stengels van houtige en kruidachtige soorten onderzocht. Hoofdstukken 2 en 3 leggen de nadruk op het effect van biotische en abiotische omstandigheden voor adaptatieve oplossingen met betrekking tot structurele-functionele benodigdheden. In hoofdstuk 2, heb ik gevonden dat omgevingsfactoren – die gerelateerd zijn aan temperatuur, precipitatie en bodemcondities – de houtanatomische variatie verklaren tussen individuen van dezelfde soort die in twee seizoensgebonden droge vegetatietypes in Brazilië voorkomen, namelijk cerrado en caatinga. Naast het overduidelijke droge seizoen in beide vegetatietypes, heb ik de rol van bodemtoxiciteit benadrukt in de cerrado (hoge aluminiumconcentratie en lage beschikbaarheid in nutriënten) om de variatie in houtanatomische plasticiteit te na te gaan. Deze typische bodemcondities resulteren in allerlei xeromorfe eigenschappen in de cerrado-individuen. Naast de abiotische condities, bleek ook de plantenhoogte gerelateerd te zijn met houtanatomische variatie over de ganse lengte van de stam in hoofdstuk 3. Ik heb aangetoond dat het effect van vindplaats verwaarloosbaar was in vergelijking met de axiale verzamelhoogte in de stam om de variatie in houtkenmerken te verklaren: van de 13 geobserveerde houtkenmerken waren er slechts drie die beïnvloed worden door de vindplaats, waarbij maar één kenmerk met een correlatie voor beide soorten. Een deel van de axiale variatie kan functioneel geïnterpreteerd worden als een compensatie voor de verhoogde resistentie in watertransport omwille van de grotere boomhoogte.

Een voorbeeld hiervan is de verbreding van vaten naar lager gelegen delen in de stam en de toename in vatdensiteit hogerop in de takken in beide soorten.

De functionele ecologische significantie van de druk ('pressure') die 50% verlies aan hydraulische conductiviteit veroorzaakt (P_{50}) is aangetoond als een voorname aanpassing in de strijd tegen de klimaatswijziging en is sterk gelinkt aan plantenverspreiding (hoofdstukken 4 en 5). De immergroene verhoude eilandsoort *Argyranthemum broussonetii*, inheems in de natte laurierbossen op Tenerife (Canarische Eilanden), was de meest kwetsbare *Argyranthemum* soort die ik heb onderzocht. De andere vier onderzochte *Argyranthemum* soorten, inheems in veel drogere gebieden van het eiland, hadden stengels die veel beter bestand waren tegen droogte-geïnduceerde embolievorming (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5, heb ik gevonden dat het verschil in de gemiddelde jaarlijks precipitatie tussen de verschillende vegetatietypes in Tenerife sterk gelinkt is aan de variatie in stengelanatomie en embolieresistentie tussen de onderzochte kruidachtige Brassicaceae en Asteraceae soorten. Dit benadrukt nogmaals hoe belangrijk P_{50} is om de ecologische verspreiding tussen en binnen soorten te begrijpen.

De verspreiding van embolieën in het vatnetwerk gebeurt via 'air-seeding', volgens een mechanisme dat door de dikte van de vat-vat stippelmembranen (VSM) wordt beïnvloed. Dit air-seeding mechanisme verklaart dus de functionele correlatie tussen VSM en P_{50} in verscheidene publicaties. Ook in hoofdstuk 4, vond ik dat VSM de hoogste voorspellende waarde had om de variatie in P_{50} te verklaren tussen de verhoude *Argyranthemum* soorten op de Canarische Eilanden en hun kruidachtige, continentale verwante soorten. VSM bleek ook een belangrijk kenmerk te zijn om de variatie in embolieresistentie in de stengels van de kruidachtige Asteraceae en Brassicaceae soorten te begrijpen (hoofdstuk 5). Echter, in dezelfde groep van kruidachtige soorten, vond ik dat de mate van houtvorming in de stengels beter de variatie in P_{50} verklaarde dan VSM. De correlatie tussen P_{50} en VSM, die kan gelinkt worden aan het vermogen van planten om beter de meer negatieve drukken in het xyleem te weerstaan, werd ook aangetoond in hoofdstuk 4 waar de stengels van de verhoude eilandsoorten meer resistent waren dan de stengels van de kruidachtige verwanten. Dit resultaat komt overeen met het veelvuldige voorkomen van verhoude eilandsoorten in drogere gebieden op de Canarische Eilanden, en ondersteunt ook de observatie dat verhoude continentale soorten die geëvolueerd zijn vanuit kruidachtige voorouders frequent groeien in gebieden met een jaarlijks wederkerende droogteperiode die minstens een paar maanden duurt. De positieve relatie tussen hogere lignificatie en verhoogde embolieresistentie in stengels was ook aangetoond binnen eenzelfde soort tussen populaties van *Cladanthus mixtus* (Asteraceae, hoofdstuk 4), en tussen populaties van *Sysimbrium orientale* en *Hirschfeldia incana* (Brassicaceae, hoofdstuk 5) die in contrasterende habitats verzameld werden. Ondanks het overduidelijke bewijs voor deze mechanische-hydraulische link, wordt deze correlatie vaak aangeduid als

indirect. De verborgen functionele schakel om de lignificatie- P_{50} link te begrijpen, is VSM vermits dit kenmerk co-evolueert met verhoogde verhouting in de stengel in de bestudeerde Asteraceae en Brassicaceae, zowel tussen als binnen soorten.

Voor toekomstige studies is het belangrijk om meer hydraulische gegevens te verzamelen voor gebieden die nog onderbestudeerd zijn, zoals tropische regenwouden. Wanneer we deze hiaten in onze kennis opvullen, zullen we beter in staat zijn om te voorspellen welke bomen/bossen meer kwetsbaar zijn voor droogte-geïnduceerde embolievorming, wat ons dan weer helpt om modellen over boomsterfte verder te optimaliseren. Bijkomend, heb ik benadrukt dat het noodzakelijk is om fjnscalige anatomische observaties in stippels te blijven uitvoeren, zowel in verschillende organen van dezelfde plant als in verschillende delen over de ganse lengte van de plant voor vele soorten. Tot slot, een meer integratieve benadering, die verschillende functionele aspecten van de plant combineert, zoals embolieresistentie, respons van huidmondjes, xyleem 'capacitance', en diepte van wortelstelsel zullen zonder twijfel onze kennis verhogen met betrekking tot droogtetolerantie bij planten en plantensterfte over een brede fylogenetische waaier van taxa.