

Aportes a la domesticación de *Aristotelia chilensis* a partir de la identificación de patrones arquitecturales, asociados a variaciones endógenas y ambientales

M.A. Bramardi¹, C.S. Roldán², V. El Mujtar², P. Marchelli², C. Torres³

Palabras clave: Maqui, Morfotipo, Arquitectura vegetal, Domesticación

Introducción

Aristotelia chilensis (Molina) Stuntz, (maqui) es una especie leñosa, semi-decidua, de la familia *Elaeocarpaceae*, nativa de los bosques templados de la Patagonia Argentina y Chile (Doll et al. 2016; Misle et al. 2011). Crece en los sotobosques, comúnmente asociada a *Nothofagus dombeyi* y *Austrocedrus chilensis* (Steconni et al. 2017), los cuales constituyen ambientes contrastantes. Esta especie presenta naturalmente grandes variaciones morfológicas y arquitecturales, además de una gran plasticidad fenotípica, siendo capaz de habitar en un amplio rango de condiciones lumínicas e hídricas (Misle et al. 2011), desde los bosques húmedos hasta el bosque de transición. Sus hojas y frutos presentan altos contenidos de polifenoles y gran actividad antioxidante (Céspedes et al. 2010; Frelles & Robert 2012), lo cual ha impulsado un creciente interés en la utilización de esta especie por parte de la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica.

Las grandes variaciones morfológicas de la especie pueden ser estudiadas a partir del Análisis Arquitectural, el cual es una herramienta que permite describir las variaciones intra e interespecíficas, partiendo desde la descripción de los distintos niveles de organización que se reconocen en la estructura tridimensional de las plantas (Boudon et al. 2019). A partir de esto, se intenta realizar una síntesis de los patrones de crecimiento y ramificación que determinan la estructura de las plantas y sus variaciones asociadas a la plasticidad.

Este trabajo tiene como objetivo general identificar variaciones arquitecturales cualitativas y cuantitativas de *A. chilensis* asociadas a aspectos genéticos, ambientales y a su interacción. Se espera observar variaciones cualitativas principalmente al comparar plantas de

distinta procedencia, como consecuencia de variaciones endógenas, mientras que las condiciones ambientales inducirán mayormente variaciones cuantitativas.

Materiales y métodos

Las mediciones se realizaron en un ensayo experimental localizado en la EEA INTA de Bariloche, compuesto por clones de *A. chilensis* seleccionados y en cultivo de 3 años. El diseño es factorial, con dos niveles de Provisión Hídrica (PH): riego alto (RA) y riego bajo (RB) y dos niveles de Radiación Solar (RS): luz alta (LA) y luz baja (LB). Cada parcela constituye un Bloque, con un nivel de cada factor en combinación y 18 clones (15 femeninos y 3 masculinos) obtenidos de bosques nativos de coihue o de ciprés.

La provisión hídrica se reguló mediante riego por goteo automatizado (5 L/h) de una hora, administrando un riego diario para el tratamiento RA y dos riegos semanales para el tratamiento RB. Los diferentes niveles de la intensidad lumínica se realizaron dejando bloques al descubierto, para el tratamiento de LA, y bloques cubiertos por una malla media-sombra negra que evita el paso del 80 % de la luz para el tratamiento LB (sombra).

El muestreo se realizó en tres etapas: (1) El reconocimiento de patrones en la arquitectura general, para clasificar a las plantas en un número reducido de morfotipos según Beltrán-Rodríguez et al. (2017); (2) la caracterización de variables métricas de cada morfotipo, y (3) la comparación entre los morfotipos, procedencias (clones) y las condiciones ambientales a las que fueron expuestos (tratamientos). Las variables fueron medidas a nivel de individuo, estaca y brote anual. Las mediciones arquitecturales incluyeron las siguientes escalas de análisis:

Individuo: se midió la altura total, el número de reiteraciones basales y sus diámetros con metro y calibre respectivamente.

1 Universidad Nacional del Comahue. Contacto: martinabramardi@gmail.com.

2 Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Bariloche (IFAB, INTA -CONICET). Contacto: eeabariloche@inta.gob.ar.

3 Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA, Univ. Nac. Del Comahue-CONICET). Contacto: torresc@comahue-conicet.gob.ar.

Estaca: se registró su existencia o ausencia, longitud, diámetro basal, inclinación y cantidad de unidades de crecimiento hasta la pérdida de dominancia apical representada por el desarrollo de 3 o más ramas de tamaño y sentido de crecimiento similar

Brote anual: se identificó el brote dominante (aquél con mayor diámetro basal) y un brote derivado del desarrollo secuencial de crecimiento de la estaca. A ambos se les midió el diámetro basal, longitud y distancia de la base al suelo.

Resultados

En base a la observación cualitativa se pudieron reconocer 3 morfotipos generales (1, 2 y 3) con diferentes niveles de dominancia (A, B o C) en la arquitectura de las plantas (Figura 1). Se consideraron morfotipos 1 a aquellos casos en los que no se desarrollaron reiteraciones basales; de estos morfotipos se diferenciaron los siguientes dos subtipos según el grado de desarrollo jerárquico de los ejes: **1A**, desarrollo jerárquico, con un tronco único dominante; **1B**, desarrollo no jerárquico, con un tronco único pero con pérdida de dominancia. Se consideraron morfotipos 2, a aquellos con desarrollo de reiteraciones basales, pero en bajo número (como criterio, se estableció arbitrariamente el desarrollo de hasta 3 reiteraciones basales); entre estos morfotipos se diferenciaron 3 sub-tipos: **2A**, plantas reiteradas, con tronco principal dominante, derivado del desarrollo secuencial de la estaca; **2B**, plantas con el desarrollo de una reiteración de gran vigor, dominante entre los ejes de la planta; **2C**, plantas reiteradas no jerárquicas, es decir, sin la presencia de un eje dominante evidente. Por último, se consideraron morfotipos 3 a aquellas plantas con el desarrollo de numerosas reiteraciones basales (más de 3), de las que se diferenciaron dos subtipos según el grado de jerarquía: **3A**, múltiples reiteraciones, con presencia de un eje dominante, es decir, de mayor vigor que los demás ejes de la planta; **3B**, múltiples reiteraciones, sin el desarrollo de un eje dominante evidente. Es de interés resaltar que no existe un morfotipo multitronco que conserve un dominio de la estaca.

Los morfotipos reflejaron parte de la plasticidad, lo que indicaría que se ven influenciados por los tratamientos. Un ejemplo de ello es cómo los morfotipos multitronco se ven sobrerrepresentados en condiciones lumínicas altas, mientras que los morfotipos de tronco único con dominancia se ven sobrerrepresentados en condiciones de sombra (Figura 2).

En el experimento se observó una gran amplitud de

respuesta ante diferentes factores ambientales y que la misma se encuentra sujeta a factores endógenos. A su vez, el grado de plasticidad es propio de cada clon, existiendo clones que no modifican su morfología en respuesta a los tratamientos, lo que parecería indicar que esta se encuentra determinada por el genotipo. Un ejemplo de ello son los clones 16-11, 23-4 y 15-1, en los cuales más del 60% de sus individuos corresponden a un único morfotipo (Figura 3).

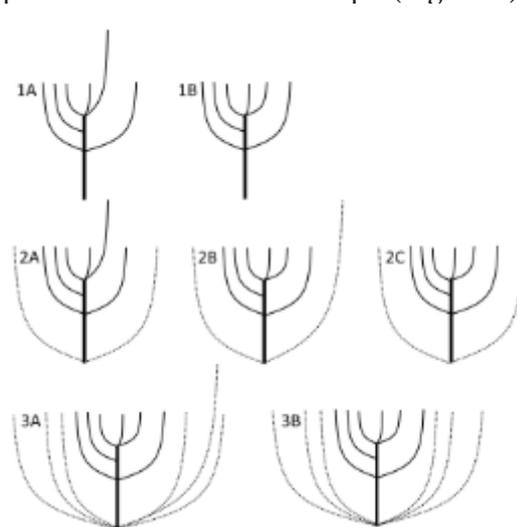


Figura 1: Esquema de los morfotipos, donde la línea punteada indica reiteración

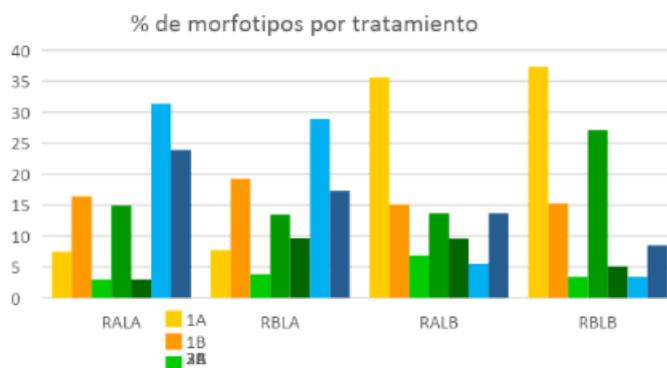


Figura 2: Porcentaje de morfotipos asociados a los tratamientos. RALA (Riego alto luz alta), RBLA (Riego bajo luz alta), RALB (Riego alto luz baja), RBLB (Riego bajo luz baja).

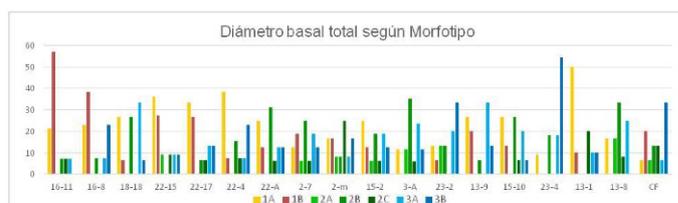


Figura 3: Porcentaje de morfotipos asociados a los clones. donde los clones de la izquierda proceden de bosques ciprés, mientras que los de la derecha de bosque de coihue.

Discusión

En base a los resultados obtenidos se puede observar como los patrones arquitecturales resumidos en los morfotipos, se ven fuertemente influenciados tanto por las condiciones ambientales en las que se desarrollan (en este caso representadas por los tratamientos) como por factores endógenos propios de cada clon. La disponibilidad de ciertos recursos, como la luz, inducen cambios cuantitativos y cualitativos, tanto a escala de las unidades estructurales que componen a los ejes (i.e. brotes anuales), así como a escala de la estructura completa. Estos cambios se relacionan con las capacidades y limitaciones de las plantas ante condiciones lumínicas particulares, las cuales determinan la asignación diferencial de recursos a los ejes de exploración y explotación (Boudon et al. 2020).

En el caso de *Aristotelia chilensis*, se han mencionado recientemente variaciones en aspectos arquitecturales entre poblaciones ubicadas a latitud equivalente, pero en ambientes contrastantes como son los bosques dominados por el coihue o por el ciprés de la cordillera (Roldán et al 2021). Las variaciones arquitecturales sintetizan la manera en que las plantas hacen uso de los recursos. Dichas variaciones pueden tener estrecha relación con aspectos reproductivos, tales como la asignación relativa de biomasa, la regularidad en la producción de flores y frutos, la posición de las flores en los ejes, entre otras (Lauri 2019).

Conclusiones

En este trabajo se pudieron identificar tres morfotipos generales en clones de maqui seleccionados, a partir de plantas en bosque nativo, y creciendo en parcela de cultivo de tres años. Además, se pudo relacionar los morfotipos tanto a las condiciones ambientales como a factores endógenos de los individuos. Algunos clones demostraron mayor plasticidad que otros en cuanto a la variación de morfotipos según los tratamientos.

Las variaciones arquitecturales encontradas a partir de la identificación de morfotipos, permitirán en un futuro comenzar a precisar prácticas de manejo como poda y conducción, y determinar aquellos más aptos para la producción de frutos.

Bibliografía citada

Boudon F, Persello S, Jestin A, Briand AS, Grechi I, Fernique P, Guédon Y, Léchaudel M, Lauri PE, Normand F. 2020. V-Mango: a functional-structural

model of mango tree growth, development and fruit production. *Annals of Botany* 126: 745–763. DOI: 10.1093/aob/mcaa089, available online at www.academic.oup.com/aob

Doll U, Mosqueira D, Mosqueira J, González B, Vogel H. 2016. Pruning maqui (*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz) to optimize fruit production. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.12.001>

Fredes C, Montenegro G, Zoffoli JP, Gómez M, Robert P. 2012. Polyphenol content and antioxidant activity of maqui. *Chil. J. Agric. Res.* 72.

Fredes C, Yousef G, Robert P, Grace M, Lila MA, Gómez M, Gebauer M, Montenegro G. 2014. Anthocyanin profiling of wild maqui berries (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) from different geographical regions in Chile. *J Sci Food Agric* 2014; 94: 2639–2648.

Ladio AH & Lozada M. 2009. Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: Resilience and ecological knowledge. *J. Arid Environ.* 73, 222–227. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.02.006>

Lauri PE. 2019. Apple tree architecture and cultivation - a tree in a system. *Acta Hort.* 1261. ISHS 2019. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1261.27

Misle E, Garrido E, Contardo H, González W. 2011. Maqui [*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz]-the Amazing Chilean Tree: A Review. *J. Agric. Sci. Technol.* B 1, 473–482.

Roldán CS, Caballé G, Fontana A, Viale M, Berli F. 2021. Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) in natural populations of Argentinian Patagonia: morphological and biochemical traits by different forests (Coihue or Cypress) and latitudes. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 25, 100341.

Steconni M, Quevedo L, Magnin A, Torres C, Lediuk K, Svriz M, Grosfeld J. 2017. Desarrollo de especies leñosas nativas y exóticas en cipresales patagónicas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 52, 507–522.

Beltrán-Rodríguez L, Romero-Manzanares A, Luna-Cavazos M, García-Moya E. 2017. Variación arquitectónica y morfológica de *Hintonia latiflora* (Rubiaceae) en relación a la cosecha de corteza y factores ambientales. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 900–916.