

LA DOMESTICACIÓN DEL MAQUI (*ARISTOTELIA CHILENSIS*): UN ESTUDIO DE CASO EN CHILE

Roberto Ipinza, Dr. Ingeniero de Montes. Investigador Instituto Forestal, Sede Valdivia.

Carlos Magni, Dr. Ciencias Forestales. Académico Universidad de Chile.

Braulio Gutiérrez, Ingeniero Forestal. Investigador Instituto Forestal, Sede Biobío.

Julio Torres, Ingeniero Forestal, Magister en Medio Ambiente.

La domesticación corresponde al aprovechamiento de un organismo silvestre por el ser humano, resultando con el tiempo en un cultivo o crianza intencionada del mismo. El cultivo permite seleccionar características de interés para el hombre, que surgen de manera natural en las poblaciones, manipulando así la diversidad genética para la satisfacción de las necesidades humanas.

Como consecuencia de la domesticación, las plantas cultivadas han experimentado una serie de modificaciones genéticas que inciden sobre características tales como la facultad de autodispersión, que se reduce para facilitar la recolección, en grave detrimento de la capacidad de supervivencia en el medio natural; la reducción de las defensas químicas y físicas, con el fin de hacerla comestible; el aumento de tamaño de semillas, frutos u otros órganos que sirven de alimento.

Así, los organismos domesticados han perdido en gran medida su capacidad de reproducirse en el medio natural, dependiendo del ser humano para completar su ciclo de vida, a cambio han adquirido las propiedades adecuadas para servir eficazmente como alimento humano. En otras palabras, los organismos vivos que nos sirven de sustento dejaron de ser «naturales» hace milenios por el mero hecho de no ser capaces por sí solos de vivir en el medio natural.

En la actualidad, casi la totalidad de la alimentación humana procede del cultivo y crianza de un reducido número de especies vegetales y animales.

EL MAQUI, UN CANDIDATO A LA DOMESTICACIÓN

El maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) es un pequeño árbol perennifolio perteneciente a la familia de las Eleocarpaceae. Esta familia está compuesta por diez géneros y alrededor de 400 especies, las que se encuentran distribuidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo, a excepción del continente africano. El género *Aristotelia* está representado por cinco especies, distribuidas en las zonas templadas del Pacífico Sur, encontrándose en Chile, Argentina, Nueva Zelanda, Australia y la Isla de Tasmania. Fue bautizado por L'Heritier en honor a Aristóteles, en tanto que el nombre maqui es aparentemente de origen mapuche.

El maqui crece entre el Limarí y Aysén (Figura 1). Se desarrolla en una gran diversidad de hábitats, desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud, pero con mayor frecuencia en terrenos alterados, con buena exposición a la luz. Es una especie dioica de cuatro a cinco metros de altura y hasta ocho metros en la zona austral, con tallos rojizos, hojas grandes, opuestas y dispuesta en cruz. Los frutos son pequeñas

bayas de color negro-morado brillante, que son producidos en los ejemplares femeninos. El maqui corresponde a los conocidos como “berries nativos”, junto a la murta y el calafate.

Debido a sus grandes beneficios nutricionales la demanda por productos de maqui ha aumentado considerablemente en la última década. Como dato ilustrativo, un estudio apoyado por FIA indica que la exportación de congelados y procesados de maqui ha crecido desde los US\$ 1,18 millones en 2014 a los US\$ 9,9 millones en 2016.

PROBLEMA Y OPORTUNIDAD DE LOS BERRIES NATIVOS

El negocio de los berries nativos se sustenta actualmente en un abastecimiento que proviene de la colecta silvestre. En la actualidad el maqui se extrae de poblaciones naturales y existen 19 empresas exportadoras, que venden a nueve países, entre los cuales destaca Corea del Sur, con más del 80% de la producción nacional, lo cual equivale aproximadamente a 104 mil toneladas, fundamentalmente deshidratadas.

La destrucción de este recurso nativo por malas prácticas de cosecha, que buscan a toda costa satisfacer la creciente demanda industrial, ha sido de tal magnitud que obligó a que la Corporación Nacional Forestal exigiera un Plan de Manejo para la colecta de frutos.

Por otra parte, bajo condiciones de recolección del recurso silvestre, el fruto normalmente no cumple los estándares de calidad y eso ha provocado que se cierren mercados. Por lo mismo, la colecta de maqui silvestre no es sostenible en los aspectos económicos, ambientales y sociales. Por el contrario, las señales del mercado indican la conveniencia de realizar cultivo intensivo de maqui para generar una materia prima de calidad estandarizada y origen trazable. Es decir, propender a una sustitución de la colecta reemplazándola por una domesticación moderna.

En efecto, el valor ecológico que tienen los denominados berries nativos, sugieren que es necesario y deseable un proceso de transición desde el sistema de colecta y recolección clásica de productos forestales no madereros, a un nuevo modelo de producción intensiva, basado en el cultivo y en innovación tecnológica derivado de los avances en ciencia y tecnología.

INICIATIVAS DE CULTIVO EN CHILE

En el país existen iniciativas de selección, cultivo y procesamiento de maqui, siendo pioneros en esta materia la Universidad de Talca en el Maule y la empresa Plangen en Los Ríos. Ambas instituciones se han enfocado en el primer eslabón de la cadena de valor del maqui, generando material de alto valor genético para transferir a terceros. Por otra parte, existen otras iniciativas de empresas cuyo modelo de negocios

Distribución Especie *Aristotelia chilensis*
Maqui

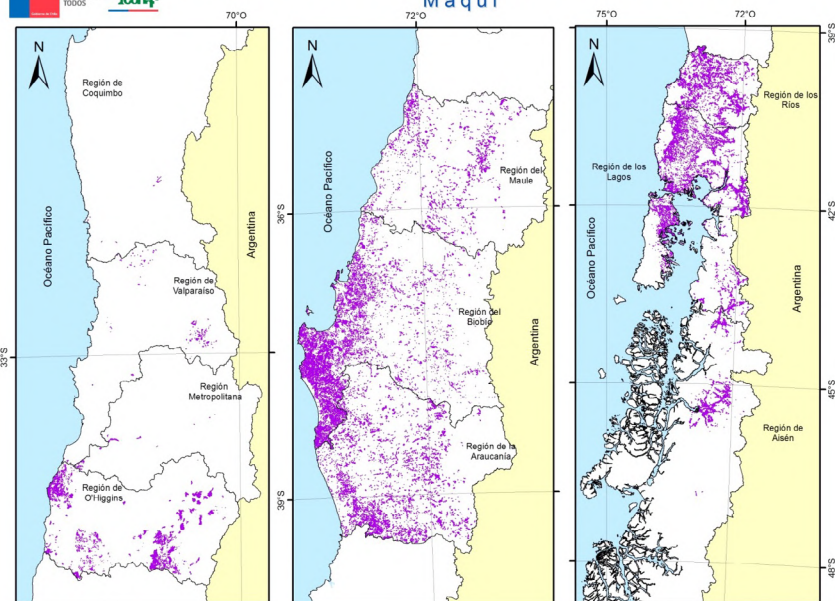


Figura 1. Distribución de maqui en Chile.

es la integración vertical, lo que implica que han desarrollado su propio material genético, estableciendo huertos para autoabastecerse de materia prima que les permita desarrollar productos y llegar al mercado a través de distribuidores o al consumidor final, entre estas empresas está, por ejemplo, Arauco.

1. MODELO DE DOMESTICACIÓN DEL MAQUI DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA

La Universidad de Talca, a través del Programa FONDEF, generó nuevos mecanismos para explotar sustentablemente al maqui y obtener nuevas variedades más atractivas para los mercados nacional e internacional. A través del proyecto FONDEF “Screening de material genético y desarrollo de clones y técnicas de manejo de maqui (*Aristotelia chilensis*), se buscó mejorar la oferta de materia prima para fines de exportación y uso agroindustrial.

Durante el proyecto se estudió las características de la baya del maqui, con el fin de obtener variedades con la mejor combinación de sus propiedades y posibilitar su cultivo con miras a una producción comercial, sin poner en riesgo la existencia del fruto nativo. Como resultado del proyecto se logró seleccionar tres variedades de maqui, denominadas Luna Nueva, Morena y Perla Negra, para las cuales se solicitó la inscripción en el Registro de Variedades Protegidas del SAG. La propagación y venta de este material vegetal seleccionado está disponible para los agricultores que desean establecer un cultivo comercial.

Para masificar la producción de las variedades obtenidas y satisfacer la necesidad de plantas de los agricultores interesados en su cultivo, se ejecutó un segundo proyecto FONDEF, esta vez para la micropropagación in vitro del maqui, técnica que permitió aumentar masiva y rápidamente el número de ejemplares

clonados para abastecer el mercado. Las plantas producidas in vitro tienen la ventaja de ser más sanas que aquellas producidas a partir de estacas, por las condiciones estériles de su manejo, por lo tanto, también hay un efecto importante en el ámbito sanitario.



Arriba: Imagen de un huerto clonal de maqui de Plangen. Abajo: Detalle del fruto.

2. MODELO DE DOMESTICACIÓN DEL MAQUI DE LA EMPRESA PLANGEN

Hacia el sur del país, desde Concepción hasta Los Lagos, el maqui exhibe un importante desarrollo, pero atendiendo a las diferencias genéticas entre poblaciones y a la normalmente alta interacción genotipo ambiente de la primera generación de mejoramiento, es esperable que los mejores clones de esta zona sean diferentes a aquellos que se seleccionaron más al norte. Por lo mismo, la empresa PLANGEN inició un programa de selección que le permitió identificar clones de alta productividad, los que son preferidos por los productores de la zona sur para establecer los huertos frutales de maqui.

La principal característica del programa de PLANGEN es la alta intensidad de selección de los clones, del orden de 400 ejemplares no emparentados, que exhiben superioridad en las variables tamaño de frutos y cantidad de frutos. Para facilitar el uso industrial del maqui, PLANGEN desarrolla un programa intensivo de mejoramiento genético en el que considera generaciones de siete a ocho años. No obstante, para generar un “cultivar” se ha considerado doce a quince años, que va desde el momento del cruzamiento controlado hasta su liberación.

Para la primera generación tiene como meta para la Región de los Ríos establecer 50 hectáreas de huertos frutales de maqui, en la actualidad la superficie alcanza ya a 20 hectáreas. La meta tiene relación con la demanda de la agroindustria para disponer de un cultivo con una oferta y trazabilidad conocida.

Los objetivos del programa para la primera generación son: 1) Aumentar el rendimiento de frutos en peso seco (kg/ha), 2) Aumentar el tamaño de frutos,

3) Aumentar proporción de pulpa/semilla y 4) Aumento de la biomasa del follaje, en algunos clones. En tanto, para la segunda generación los objetivos del programa son: 1) Aumentar la concentración de antioxidante en los frutos y 2) Aumentar la resistencia a plagas y enfermedades.



La relativa lentitud de los programas de mejoramiento genético, puede ser acelerada mediante los modernos avances en las ciencias biológicas que permite identificar los genes responsables de la arquitectura de la copa del maqui, del tamaño y cantidad de frutos y de la cantidad de antioxidantes, entre otros. Las herramientas biotecnológicas para apoyar al programa de mejoramiento genético deberían estar preferentemente relacionadas al cultivo de tejido; marcadores moleculares para identificar el sexo de esta especie dioica y mejorar la precisión de la selección; y a técnicas operacionales de polinización controlada. La mutagénesis y poliploidía podrían ser las disciplinas a abordar en la segunda generación del programa.

Las tecnologías de agricultura de precisión pueden también ser potencialmente aplicadas al cultivo del maqui. Estas tecnologías permiten ajustar la utilización de insumos en el espacio y el tiempo, y reducir la generación de residuos, con impactos positivos sobre el medio ambiente.

La automatización de la cosecha está en directa relación con los sistemas de producción más intensivos, y depende de varios factores biológicos, entre los que destaca la arquitectura de las plantas y el régimen de podas. Afortunadamente hay bastante experiencia en otros frutales en Chile que pueden acortar el proceso de adopción tecnológica.

FACTORES CLAVES DEL ÉXITO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE MAQUI

A nivel industrial existe interés por abandonar el aprovisionamiento de materia prima a partir de la colecta tradicional y destructiva del maqui y reemplazarla por el cultivo de variedades de alta productividad con trazabilidad de sus orígenes. La única fórmula apropiada para asegurar la industrialización del maqui, es a través del desarrollo de huertos frutales, estandarizados y certificados, donde se concentre en una pequeña

superficie una gran producción de frutos, esa es la tendencia mundial, y la industria de los berries nativos no es ajena a esa tendencia.

El progreso genético del maqui se puede evaluar a través de la producción en peso seco por hectárea de algunos berries (Tabla 1). Para tal efecto se asume que el peso seco del fruto del maqui, al igual que las especies de la Tabla 1, también exhibe una alta heredabilidad, es decir, la variación del peso seco se debe a causa de la variación genética de las madres y/o padres, luego el rasgo es muy heredable de progenitores a progenie.

Los valores de heredabilidad del peso seco de los berries cultivados en Chile son relativamente altos, sugiriendo que estos tienen buenas expectativas de desarrollo genético.

La respuesta a la selección o la ganancia genética esperada puede estimarse a partir de la heredabilidad y la intensidad de selección. En el caso de maqui, considerando una heredabilidad del peso seco del fruto de 0,5; niveles de selección como los utilizados en el programa de PLANGEN; y una producción media de 1.400 Kg/ha, entonces por el solo concepto de mejoramiento genético de primera generación puede esperarse un aumento

Tabla 1. Heredabilidad en sentido estricto (h^2) del peso seco de algunos berries cultivados en Chile.

NOMBRE	BERRY	GÉNERO	h^2	AUTOR
Mora	Blackberry	Rubus	0,48	Hernández-Bautista, et al., 2017
Arándano	Blueberry	Vaccinium	0,58	Cellon et al., 2018
Fresa	Strawberry	Fragaria	0,51	Mishra, Ram and Kumar, 2015
Grosella	Gooseberry	Ribes	0,12	Pluta et al., 2014
Cran	Cranberry	Vaccinium	0,83	Johnson-Cicalese et al., 2015

de producción del orden de 199 kilos de fruto por hectárea, lo que corresponde a un incremento productivo de 14,2%.

La selección de sitios apropiados y la aplicación de técnicas intensivas de establecimiento permiten un óptimo desarrollo frutícola. Si a esto se le agrega tecnología de agricultura de precisión, se puede mejorar aún más la selección de sitios, densidad optima de plantación, gestión de los recursos hídricos, fertilización, cuidados culturales, entre otros, repercutiendo en definitiva en una mejor y más eficiente producción frutal.

FACTORES CLAVES DEL ÉXITO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE MAQUI

La domesticación del maqui permite enfrentar desafíos de conservación, como es detener la sobreexplotación y destrucción de un recurso forestal nativo,

como asimismo incrementar la rentabilidad a través de una mejora de la materia prima, logrando una calidad estandarizada, un origen trazable y una mayor productividad.

Por otra parte, este modelo puede ser traspasado a otras especies de interés comercial, en las que se justifique una transición desde un sistema de colecta y recolección clásica de productos forestales no madereros, a un nuevo modelo de producción intensiva, basado en el cultivo y mejoramiento genético a través de selección y ensayos.

Esta iniciativa vendría a complementar los esfuerzos que la Corporación Nacional Forestal realiza para regular el aprovechamiento indiscriminado del recurso, a través de la exigencia de los planes de manejo. La ordenación en el uso del recurso, sumado a un proceso de cultivo intensivo, permitirá una sustentabilidad en largo plazo del uso de esta valiosa especie.



Vista aérea de un huerto clonal de maqui.