

***Fagara mayu* (Bertero ex Colla) Engler
(= *Zanthoxylum mayu* Bertero)
Naranjillo, (Mayu, Mirto, en desuso)
Familia: Rutaceae**

JAN BANNISTER, RODRIGO VARGAS & PHILIPPE DANTON.

1. Caracterización fenotípica

Fagara mayu es un árbol dioico de la familia de las Rutaceae. Es la especie de mayores dimensiones en la Isla de Masatierra (Robinson Crusoe), alcanzando alturas de hasta 30 m y diámetros sobre 150 cm (Rodríguez, Matthei y Quezada, 1983). Su tronco generalmente es deforme en la base (forma contrafuertes) y recto al tomar mayor altura. Su corteza es café-beige, rugosa, con lenticelas visibles y marcada por erupciones de ampollas de corcho (Skottsberg, 1953; Danton, 2004). Las hojas compuestas son siempreverdes, imparipinadas de 15 a 20 cm de largo por 7 a 9 cm de ancho; presentan color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, con una ranura en el nervio principal y estomas visibles que se observan bajo dosel como puntos traslúcidos. Estas se dividen en 13 a 15 folíolos opuestos, estrechamente lanceolados con bordes dentados (de 2,5 a 7,8 cm por 0,9 a 2,5 cm); pudiendo haber hasta 31 folíolos en hojas de individuos jóvenes (45 cm de largo).

Tanto las flores femeninas como las masculinas son pequeñas y verdosas (0,4 a 0,7 cm), y los frutos corresponden a una cápsula constituida por cuatro carpelos globosos, que contienen una semilla comprimida y rugosa de hasta 0,5 cm (Fig. 3) (Rodríguez, Matthei y Quezada, 1983; Danton, 2004).



Figura 1: *Fagara mayu* en la Quebrada Juanango (Foto: Ph. Danton).

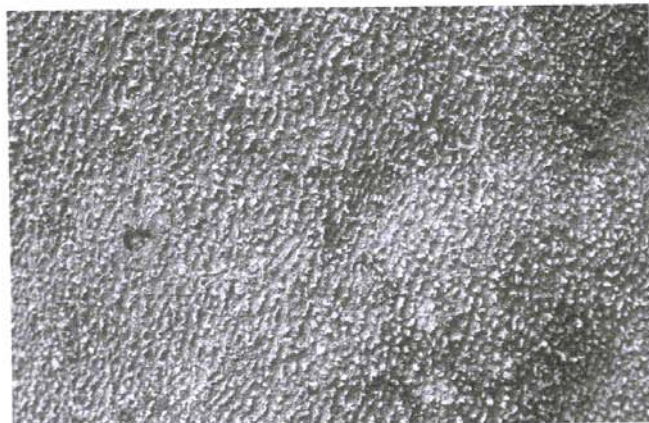


Figura 2: Corteza de un árbol adulto de *Fagara mayu* en el bosque de la Plazoleta del Yunque (Foto: Ph. Danton).

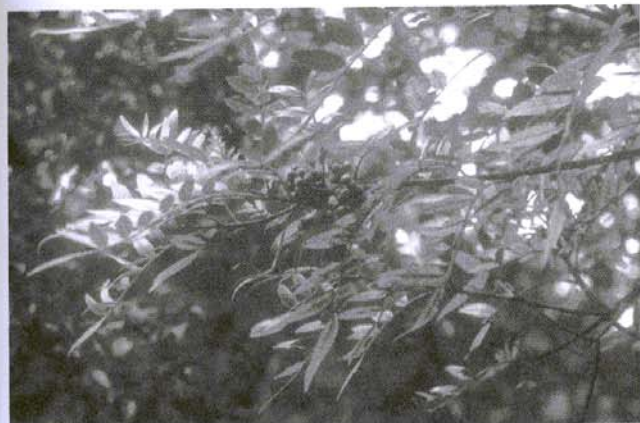


Figura 3: Ramita de *Fagara mayu* con frutos en Quebrada Puerto Francés (Foto: Ph. Danton).

2. Distribución y condiciones de hábitat

2.1 Distribución geográfica

Fagara mayu es endémica de la isla Robinson Crusoe (Masatierra) del Archipiélago de Juan Fernández, que se encuentra a 674 km al oeste de San Antonio aproximadamente en las coordenadas 33° 37' S y 78° 51' O (Fig. 4). Es común en los sectores boscosos menos alterados de la isla, estableciéndose por sobre los 60 m s.n.m. Se desarrolla principalmente en quebradas asociado a *Myrceugenia fernandeziana*, llegando hasta los 600 m s.n.m. (Rodríguez, Matthei y Quezada, 1983; Danton, 2004).

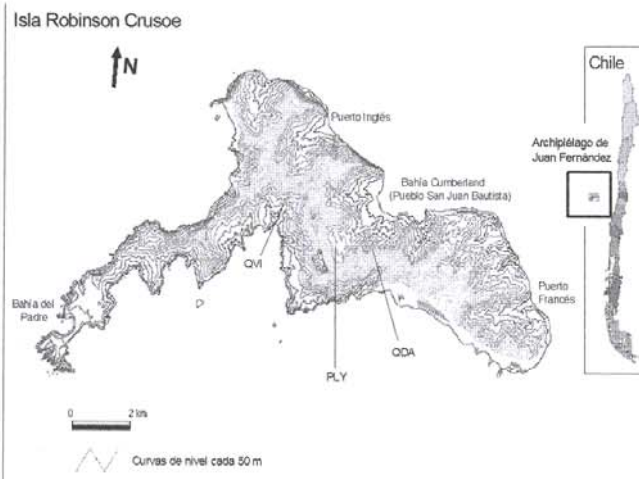


Figura 4: Mapa de isla Robinson Crusoe o Masatierra. Se indican tres sectores donde se estudiaron aspectos autoecológicos de *Fagara mayu*. PLY= Plazoleta el Yunque, QDA= Quebrada de Damajuana, QVI= Quebrada de Villagra. (Vargas, 2004; adaptado de U. Mayor, 2004)

2.2 Clima

El clima donde se desarrolla *Fagara mayu*, es clasificado como mediterráneo con fuerte influencia oceánica, caracterizado por un verano relativamente seco y un invierno con abundantes precipitaciones (Hajek y Espinoza, 1987). La temperatura media anual es de 15,2°C y la precipitación media es de 957 mm/año. La amplitud térmica que se genera entre los meses fríos y cálidos es de 6,3°C solamente, lo que demuestra el efecto termorregulador del mar en la isla Robinson Crusoe. La humedad relativa del aire alcanza un valor promedio anual de 77% y la presión atmosférica presenta escasa variación, con un promedio anual de 1020 mb (Hajek y Espinoza, 1987).

En Robinson Crusoe sólo hay registros pluviométricos en Bahía Cumberland, los cuales serían poco representativos de la superficie isleña, debido a su heterogeneidad altitudinal y topográfica (Muñoz, 1969, Vargas 2004). Según Cereceda *et al.*, (1996) la

zona de mayor pluviometría estaría ubicada en las medianías de las laderas a una altitud cercana a los 400 m s.n.m. *Fagara mayu* crece en estas zonas de mayor pluviometría y humedad; según Danton (2004) se desarrolla en los bosques primarios frescos de mediana y gran altitud (50 a 450 m s.n.m y 450 a 650 m s.n.m), encontrándose sólo excepcionalmente en condiciones más secas, en bosques degradados (Danton, 2004).

2.3 Suelos y Topografía

Fagara mayu se ubica sobre los suelos característicos de Masatierra. Estos son de origen volcánico con aglomerados alterados y sedimentos de origen principalmente coluvial, que presentan un ligero aporte de cenizas volcánicas de partes más altas (Castro *et al.*, 1995, Vargas, 2004). La erodabilidad sumada a la abrupta topografía de la isla, predisponen estos suelos a sufrir deterioro, lo que se refleja en algunos sectores donde la destrucción del edafón alcanza valores sobre el 90% (CONAF, 1976).

Fagara mayu crece principalmente en los lados y fondos de quebradas que presentan suelos deposicionales, caracterizados por texturas medias a finas, con alto peligro de erosión y en casos, presencia de esqueleto (Ortiz, 1982). La especie se desarrolla en este tipo de sustrato, presentando limitaciones cuando la pendiente es muy alta (>60 % aprox.) y/o la profundidad efectiva del suelo es baja, habiéndose constatado caídas de individuos sin daños bióticos o abióticos aparentes y en alta presencia de pedregosidad (Vargas, 2004).

2.4 Vegetación asociada

Fagara mayu nunca forma poblaciones densas, ni bosquetes puros. Los individuos aislados se encuentran esparcidos por el bosque ocupando el estrato superior del dosel (Danton, 2004). Esta especie es típica de los bosques de montaña baja y montes transicionales al bosque de montaña alta de la isla Robinson Crusoe (Skottsberg, 1953), donde se asocia con *Myrceugenia fernandeziana*, *Drimys confertifolia*, *Raphithamnus venustus*, *Juania australis*, *Coprosma pyrifolia*, *Boehmeria excelsa*, y *Coprosma oliveri* (Fig. 5). Este tipo de comunidad es muy rica en sotobosque, destacando una serie de helechos de crecimiento arbóreo como *Dicksonia berteriana*, *Blechnum cycadifolium* y *Thyrsopteris elegans* (Skottsberg, 1953).

3. Variación

Hasta el momento, en terreno, no se han encontrado variaciones notorias en esta especie. Tampoco se registran antecedentes sobre variación en la literatura.



Figura 5: Vista panorámica de bosque en isla Robinson Crusoe donde se observa *Myrceugenia fernandeziana* (copas oscuras), *Fagara mayu* (copas verde claro transparente) *Drimys confertifolia* (copas pequeñas verdes o blancas) (Foto: M. Gardner)

4. Autoecología de la regeneración

4.1. Floración, fructificación y producción de semillas

Fagara mayu es una especie dioica. Observaciones de campo realizadas desde hace ocho años durante la época estival (septiembre - abril) en la isla Robinson Crusoe, no han logrado reconocer individuos de esta especie en flor. Probablemente por las condiciones de tamaño del árbol, que dificultan el acceso a su copa (Ph. Danton, observación personal). Skottsberg (1953), habría evidenciado individuos de *Fagara mayu* en plena floración en agosto de 1917, pero sin flores en el mismo mes de 1918. Este autor habría encontrado botones de flores femeninas y frutos maduros en el mismo individuo durante el mes de abril. Danton (2004), señala haber encontrado frutos de la especie entre los meses de septiembre y abril los que estarían constituidos de cuatro carpelos globosos

de 0,15 cm de diámetro cada uno, los cuales encierran una semilla rugosa de 0,5 cm de diámetro aproximado (Rodríguez, Matthei y Quezada, 1983).

4.2. Diseminación, cosecha y germinación semillas

Según observaciones de peritos en terreno (botánicos Phillipe Danton y Christophe Perrier), las semillas de *Fagara mayu* se diseminan por gravedad (barocoría). Hasta la fecha no se han observado aves consumiendo los frutos (zoocoría). Esta capacidad de dispersión limitada también es mencionada por Johow (1896) al estudiar el origen y procedencia de la vegetación en la isla.

Hasta el momento no existen datos ni observaciones sobre cosecha de frutos de esta especie.

Naturalmente la germinación de las semillas caídas en el suelo se produce cuando la luz puede entrar en el bosque, principalmente en los claros, aprovechando por ejemplo la caída de árboles de gran tamaño (Ph. Danton, observaciones de terreno).

4.3. Crecimiento y desarrollo de las plantas

Según observaciones en terreno de Phillipe Danton, ratificadas por Vargas (2004), los individuos jóvenes se encuentran siempre en los claros del bosque, donde entra luz directa a través del área sin copas. En estos sectores donde existe la presencia de semilleros naturales cercanos, se establecen las plantas en grupos, posteriormente sobreviviendo sólo los individuos que superan la competencia por recursos del medio. Así, lentamente estas plantas ganadoras irían ocupando el lugar y dominando poco a poco el claro formado. Por esta razón esta especie no se encontraría nunca en poblaciones densas. Las hojas del eje de las plantas jóvenes son más grandes que las de las ramificaciones *Fagara mayu* crece según el modelo de Rauh (Hallé *et al.*, 2004).

Hasta el momento, no se han realizado estudios de crecimiento (en diámetro o altura) para la especie, lo que sería de gran utilidad para reconstruir la dinámica vegetal de los bosques de Robinson Crusoe (Vargas, 2004).



Figura 6: Plántula de *Fagara mayu* con cotiledones y primeras hojas en el bosque del Cerro Damajuana (Foto: Ch. Perrier).



5. Estructura y dinámica regenerativa

A partir de un detallado estudio en tres sectores de bosque original en la isla Robinson Crusoe, Vargas (2004) plantea que *Fagara mayu* forma parte del estrato dominante y/o emergente de los bosques isleños; en casos también se encontraría en el estrato intermedio y codominante.

Pese a la baja densidad que exhibe (3-8% del total de árb/ha), esta especie contribuye considerablemente en términos de área basal, dada las grandes dimensiones que presenta (18-34% del área basal total). En promedio, su diámetro medio cuadrático (Dmc) fluctúa entre 57 y 66 cm, con una cobertura de copas que varía entre un 14 y 50%. La altura promedio que presenta es de 18 m, y su área basal media es de 12,8 m²/ha (Vargas, 2004). Cuevas (2002) menciona a *Fagara mayu* como la cuarta especie leñosa en términos de abundancia dentro del bosque isleño, con una densidad que varía entre 10 y 83 árb/ha, según un muestreo realizado en 6 sectores de la isla. Al estudiar su estructura diamétrica en tres sectores del bosque original, se observa la ausencia esporádica de algunas clases de Dap, lo cual asumiendo una correlación directa entre diámetro y edad, estaría indicando que *Fagara mayu* no logra establecerse de manera sostenida en el tiempo, dentro del bosque de la isla (Fig. 8) (Vargas, 2004).

Figura 7 Árbol joven de *Fagara mayu* en un claro de la Plazoleta del Yunque (Foto: Ch. Perrier).

Al considerar la regeneración (árboles < 5 cm Dap) de *Fagara mayu*, se observan pocos renuevos bajo dosel, e incluso nulo establecimiento en un sector que posee alta cobertura de copas (PLY). La tabla 1 muestra los renuevos y la cobertura de copas en tres sectores analizados.

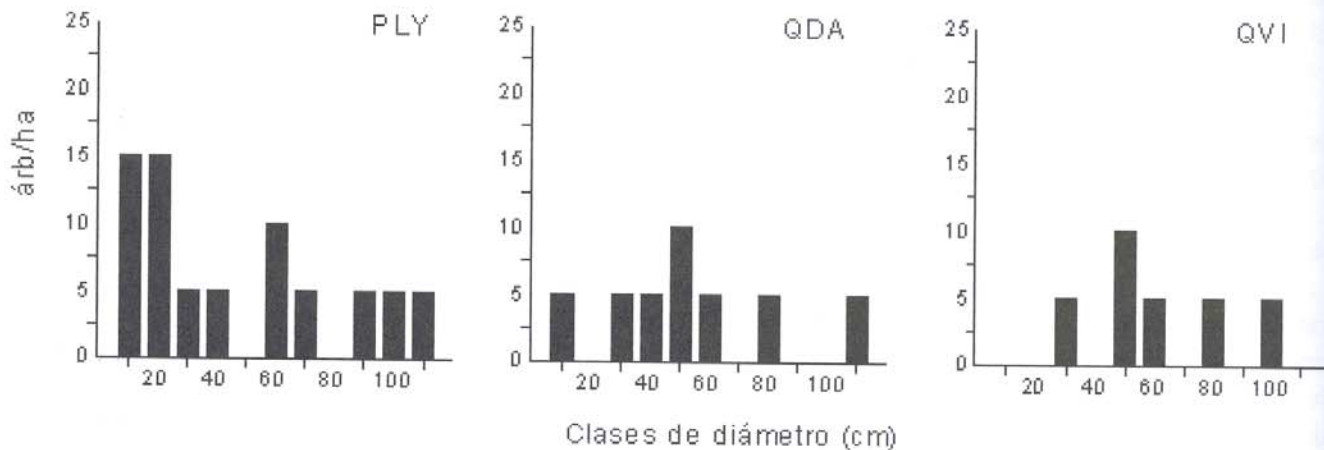


Figura 8: Distribución diamétrica de *Fagara mayu* en tres sectores de la isla Robinson Crusoe (PLY=Plazoleta del Yunque, QDA=Quebrada de Damajuana, QVI= Quebrada de Villagra (Vargas, 2004).

Sector	PLY	QDA	QVI
Cobertura de copas (%)	228	170	110
Regeneración (ind/ha)	0	10	15
Total regeneración (ind/ha)	5100	5155	445

Como se observa en la tabla anterior, el reestablecimiento de *Fagara mayu* bajo dosel es escaso y/o nulo, correspondiendo en promedio al 1,1% de la regeneración total establecida (considerando otras especies). En cuanto al origen de las plantas y brinzales encontrados, se observó la misma proporción de regeneración vegetativa que a partir de semillas. El reestablecimiento se observaba asociado a porciones de suelo mineral y menor cobertura de copas (Vargas, 2004).

Considerando el patrón horizontal que presenta la especie, no se cuenta con datos suficientes para generar un análisis estadísticamente significativo, dada la baja frecuencia de *Fagara mayu* observada ($n < 18$) (Moeur, 1993). Aún así, analizando visualmente su distribución a través de una representación gráfica, esta sugiere una leve agregación para ciertas clases diamétricas (p. ej. individuos pequeños). En la Figura 9, se muestra la distribución de las distintas clases de diámetro de la especie.

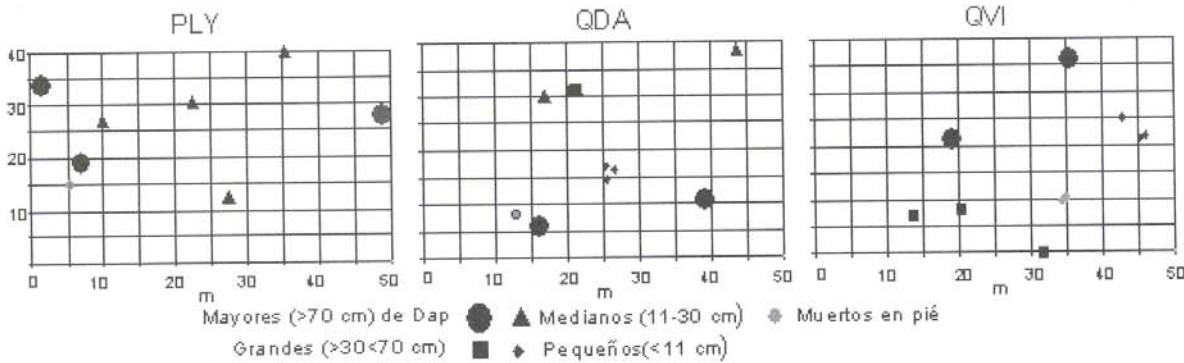


Figura 9: Esquema de distribución horizontal de *Fagara mayu* en tres parcelas de estudio de 2000 m². (PLY=Plazoleta del Yunque, QDA=Quebrada de Damajuana, QVI= Quebrada de Villagra (Vargas, 2004).

Al estudiar la interacción espacial entre *Fagara mayu* y la distribución de individuos grandes y mayores, de las especies que comparten su hábitat (*Myrceugenia fernandeziana* y *Drimys confertifolia* > 30 cm Dap), se presentan algunas diferencias entre los sectores de estudio tratados. La figura 9 grafica la asociación resultante de un análisis de interacción espacial bivariado.

En Plazoleta El Yunque (PLY), para distancias inferiores a 4 m, *Fagara mayu* se asocia positivamente con los individuos mayores (> 30 cm de Dap). Al considerar el gran tamaño promedio de la especie en el sector (Dmc= 57 cm), y la tendencia a crecer asociada a estos individuos, es posible plantear que existió un establecimiento agrupado (de 1 a 4 m de distancia) de *Fagara mayu* y los individuos mayores, condición que habría favorecido el autorreemplazo de la especie. En Quebrada de Damajuana (QDA), existe independencia entre los grupos, situación que difiere de Quebrada de Villagra (QVI), donde se insinúa una leve repulsión entre los grupos al considerar escalas menores a 5 m, y una significativa atracción para escalas mayores (entre 16 y 20 m). Esto indicaría que en QVI, *Fagara mayu* tiende desarrollarse lejos (> 5m de distancia) de individuos mayores de 30 cm de Dap, dando indicios de requerir mayor espacio y menor cobertura de copas en su establecimiento, al considerar la directa relación Dap-proyección de copas que se presenta en el bosque isleño (Fig. 10).

Los claros (áreas > 25 m², sin influencia de cobertura) son parte de la fisonomía natural del bosque de Robinson Crusoe, siendo causados principalmente por caída de individuos aparentemente seniles de los estratos superiores (Vargas y Bannister, 2003; Vargas, 2004). *Fagara mayu* parece aprovechar preferentemente estas condiciones de liberación de recursos, para asegurar su autorreemplazo. La tabla 2 muestra la presencia de 32 individuos de distintos tamaños regenerando en un claro del sector PLY. Esto corresponde al 32% del total de regeneración observada dentro del claro, donde el único individuo que se perfila como sucesor potencial del área (> 5 cm Dap, > 2m de altura) es de *Fagara mayu*.

Tabla 2: Regeneración y sucesores potenciales (Suc. Pot) de *Fagara* en un Claro de 227 m² en el sector Plazoleta el Yunque (PLY) (Vargas, 2004).

Claro sector	Especie	< 0,5 m	< 0,5 < 2 m	> 2 m	Suc. Pot	Total x especie
PLY	<i>Fagara mayu</i>	24	7	0	1	32
	Total	86	41	5	1	133

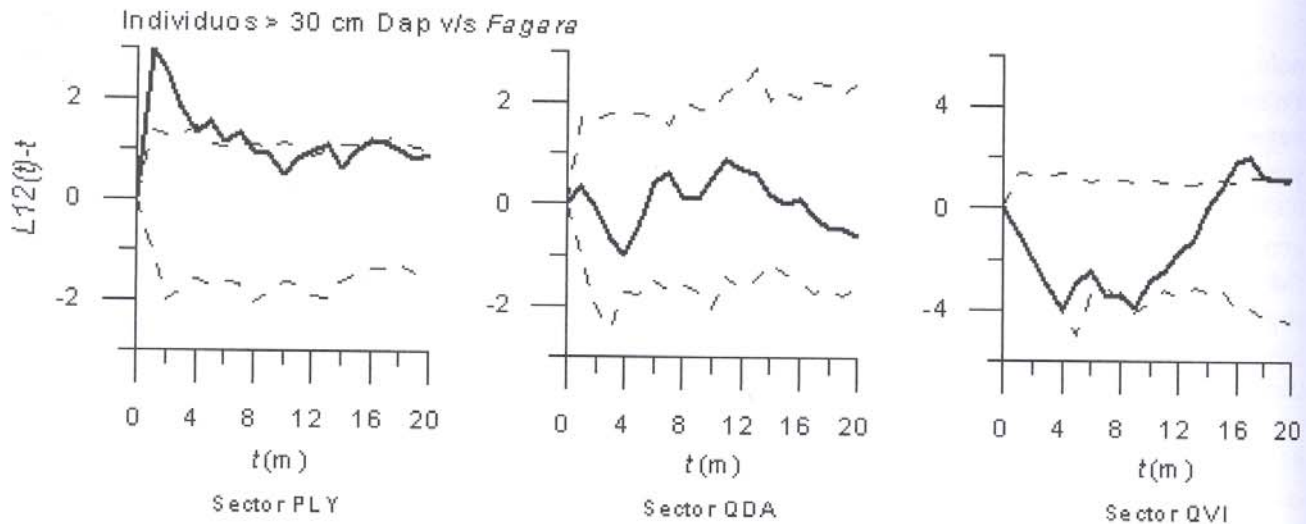


Figura 10: Interacción espacial entre individuos > 30 cm Dap de *Myrceugenia fernandeziana* y *Drimys confertifolia*, y la distribución horizontal de todos los individuos de *Fagara mayu*. Las líneas segmentadas representan los intervalos de confianza (99%) dentro de los cuales la distribución es independiente. Sobre éstos existe atracción y bajo éstos repulsión. PLY: Plazoleta del Yunque; QDA= Quebrada de Damajuana; QVI = Quebrada de Villagra (según Vargas, 2004).

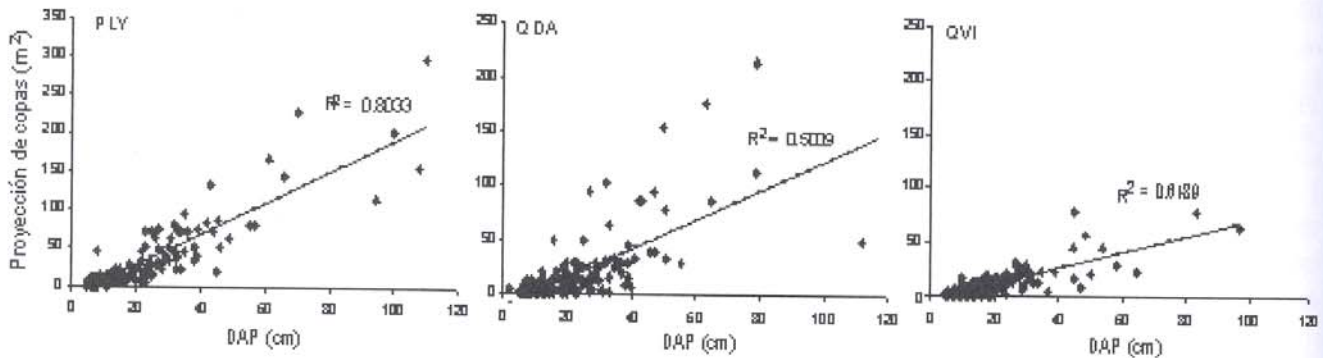


Figura 11: Correlación entre Dap y cobertura de copas en los diferentes sectores de estudio. PLY: Plazoleta del Yunque; QDA= Quebrada de Damajuana; QVI = Quebrada de Villagra (según Vargas, 2004).

Llama la atención que aunque *Fagara mayu* presenta escasa regeneración bajo dosel (promedio 12 pl/ha), se establece cuantiosamente en condiciones de menor cobertura. Esto denotaría una tendencia de intolerancia a la sombra. Por otro lado, las características radiculares superficiales que presenta la especie, son propias de taxa con estrategia de crecimiento pionero (Oliver y Larson, 1990). Teniendo en cuenta esta particularidad y observando el patrón espacial visualmente agregado de los individuos pequeños (< 11 cm Dap, Figura 8), se puede inferir que la especie presentaría un modo de regeneración por apertura de claros. *Fagara* requeriría de alteraciones endógenas o exógenas considerables para encontrar su nicho de regeneración, y al menos radicularmente estaría adaptada. Al considerar su estructura diamétrica (Fig. 7) las clases de Dap ausentes, se atribuyen a períodos donde las alteraciones no han afectado el bosque, dejándolo desprovisto de áreas de influencia directa de luz y suelo mineral, condiciones que *Fagara mayu* preferiría para establecerse.

6. Daños (Sanidad)

En la actualidad, no existen antecedentes sobre ataques o enfermedades en *Fagara mayu*. Los daños más evidentes que se perciben en terreno son los producidos por la antigua corta de bosques, la grave erosión que afecta a la isla, el ramoneo y consumo de frutos y semillas por el ganado y especies animales introducidas.

Según observaciones en terreno, la llegada a Robinson Crusoe de plagas introducidas como *Icerya purchasi*, *Saissetia olea* y *Saissetia coffeae*, por falta de control en la introducción de plantas ornamentales o de cultivo, tiene actualmente consecuencias negativas en la flora nativa de la isla. Se ha registrado la presencia de *Saissetia spp* específicamente en *Fagara mayu*. (Danton & Perrier comunicación personal; González, 2005).

7. Utilización, Conservación y Silvicultura

Las islas del Archipiélago de Juan Fernández fueron habitadas por aborígenes, presentando influencia humana sólo a partir de su descubrimiento en 1574 (Stuessy *et al.*, 1998). Tras más de 400 años de influjo antrópico, existen cambios documentados en su flora y fauna (Stuessy, 1992).

Fagara mayu habría sido talada desde el siglo XVII para ser utilizada en la reparación de embarcaciones y construcción de viviendas. Autores, mencionan incendios descontrolados a mediados del siglo XIX, los que habrían destruido valles enteros, reduciendo cuantiosamente la vegetación nativa (Woodward, 1969; Le Quesne *et al.*, 1998). Pese a la creación del Parque Nacional en 1935, cortas selectivas se seguían realizando en la década de los setenta (Conaf, 1976). Factores bióticos, como las abundantes plagas y malezas presentes en la isla Robinson Crusoe, también contribuirían negativamente a la conservación de la especie; que actualmente se cataloga en estado de vulnerabilidad (Danton, 2004).

Dada la intolerancia a la sombra que demuestra *Fagara mayu*, esta requiere necesariamente de claros de envergadura para asegurar su autorreemplazo (idealmente $> 150 \text{ m}^2$) (Vargas, 2004). Estas áreas de menor cobertura son frecuentemente invadidas por las malezas *Aristotelia chilensis* y *Rubus ulmifolius*, que se propagan de manera vegetativa y a través de semillas diseminadas por el zorzal (*Turdus falcklandii magellanicus*) (Skottsberg, 1953), lo cual ofrece una directa y agresiva competencia sobre el nicho de regeneración de *Fagara mayu* (Vargas, 2004). Según Cuevas (2002) la baja regeneración que existe en los bosques alterados de la isla (bosques de baja altitud) es producto de gorgojos (familia *Curculionidae*) y roedores (*Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*) que depredan las semillas, sumado al efecto de herbivoría del conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) y la sequía veraniega. En los sectores de bosque original menos alterados, se presentan evidencias de conejos y roedores, por lo cual no se puede descartar una posible depredación de plántulas (Vargas, 2004).

No existen datos o experiencias silvícolas documentadas de *Fagara mayu*. Por lo pronto, se considera muy importante asegurar el establecimiento de su regeneración en claros, a través de un efectivo control de malezas, que se efectúe necesariamente desde el exterior al interior del bosque y viceversa (Vargas, 2004). Cuevas y Van Leersum (2001) recomiendan utilizar un control manual, por la agresividad que presentan *Rubus ulmifolius* y *Aristotelia chilensis*. Por otro lado, Vargas (2004) plantea que en las zonas donde predomina el matorral de estas malezas, se podrían establecer fajas (de 500 a 2000 m²) que permitan el establecimiento de individuos de *Fagara mayu*. De esta forma se estaría transformando la amenaza en una oportunidad para recuperar zonas boscosas invadidas (Le Quesne *et al.*, 2002). Se requieren estudios aplicados a terreno en relación con las necesidades culturales de la especie, la cual podría ser considerada para enriquecer progresivamente las plantaciones exóticas, aledañas al pueblo de San Juan Bautista (128 ha aprox.).