

Anexo 14. Informe Estimación de Biomasa

# **Informe Anual Plan de Seguimiento Ambiental Biótico – Proyecto Cambios y Mejoras en la Operación Minera del Salar de Atacama**

## **Región de Antofagasta**

# Contenido

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | Informe estimación de biomasa enero 2023.....   | 2 |
| 2 | Informe estimación de biomasa abril 2023 .....  | 3 |
| 3 | Informe estimación de biomasa julio 2023 .....  | 4 |
| 4 | Informe estimación de biomasa octubre 2023..... | 5 |

## 1 Informe estimación de biomasa enero 2023

**Estimación biomasa de una población del género *Prosopis*  
(algarrobo) emplazada en la quebrada de Camar, Borde  
Este del Salar de Atacama**



**Informe técnico**

**Primer trimestre PdC acción 24 Salar de Atacama Enero 2023.**

**Preparado para Geobiota**

Gustavo Cruz M.

Patricio Tapia A.

Santiago, Chile

Marzo 2023



## TABLA DE CONTENIDOS

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | RESUMEN .....   | ii |
| 2.   | INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 3.   | OBJETIVOS.....  | 3  |
| 4.   | MATERIALES Y METODOLOGÍA.....   | 4  |
| 4.1. | Caracterización de la población.....  | 4  |
| 4.2. | Estimación de la biomasa aérea para la población del género <i>Prosopis</i> ..... | 4  |
| 4.3. | Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población .....          | 6  |
| 4.4. | Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población .....   | 7  |
| 5.   | RESULTADOS .....  | 8  |
| 5.1. | Censo de la población del género <i>Prosopis</i> .....                            | 8  |
| 5.2. | Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie A.....                     | 10 |
| 5.3. | Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie B.....                     | 12 |
| 5.4. | Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie C.....                     | 14 |
| 5.5. | Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie D.....                     | 16 |
| 5.6. | Funciones de biomasa aérea seleccionadas .....                                    | 18 |
| 5.7. | Determinación de la biomasa aérea de la población .....                           | 18 |
| 5.8. | Cambio en las existencias de la población .....                                   | 20 |
| 6.   | DISCUSION .....   | 24 |
| 7.   | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 26 |
| 8.   | REFERENCIAS.....  | 27 |

## 1. RESUMEN

---

Se estimó la existencia y cambios en la biomasa aérea por componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total) de una población de árboles del género *Prosopis* sp, segregada en cuatro Series (A, B, C y D) y ubicada en la quebrada de Camar, en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta. Su determinación, se realizó a partir de un censo, el cual se ejecutó en enero de 2023, donde se midió a 192 individuos variables dendrométricas, las cuales se incorporaron en modelos de regresión obtenidos de la literatura, considerando sus características de hábito de crecimiento y vitalidad. Además, los parámetros dendrométricos y de biomasa obtenidos se compararon con información disponible de mediciones anteriores (Años 2020 y 2022).

A nivel de población, un 69,2% de los árboles medidos, presentan algún grado de vitalidad en sus vástagos. La mayor parte de los individuos (80,2%) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm y 2,6 a 5 cm) con alturas medias que no superan los 40 cm. Los individuos de mayor diámetro (> 20,0 cm) sólo representan el 6,3% y pueden alcanzar en promedio hasta los 6,6 m de altura. Predominan los individuos plurifustales, (más de un vástago) cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 32 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 2,398 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 73,3 % de esta lo acumulan seis individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm). El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,05 y 123,3 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

A nivel de serie, un 62,5%; 77,0%; 65,5% y un 77,0% de los árboles medidos de la Serie A, B, C y D respectivamente, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. Para la Serie A, C y D, predominan (51,7%; 79,3%; 70,7%, respectivamente) las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm y 2,6 a 5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm para la serie A y los 10 cm para las series C y D. Por el contrario, en la serie B predominan las clases diamétricas de mayor tamaño (> a 7 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal de hasta 82 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 6,6 m. En todas las series predominan los individuos plurifustales, alcanzando medias de van desde los 2 hasta los 40,3; 24,0; 6,7 y 6,0 vástagos por individuo para las series A, B, C y D respectivamente. Las áreas basales acumuladas son por lo general bajas, registrando valores de 0,575; 0,025 y 0,030 m<sup>2</sup> para las series A, C y D respectivamente, sólo la serie B presenta un valor más alto de área basal acumulada, alcanzando los 1,768 m<sup>2</sup>, en donde el 92,1 % de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>47 cm). El promedio de las áreas de la copa no supera los 0,05 m<sup>2</sup> para las Series C y D, pero alcanza un máximo de 26,4 m<sup>2</sup> y 123,3 m<sup>2</sup> para las series A y D respectivamente.

A nivel de población (individuos vivos + secos), la biomasa aérea total alcanza a 4.689,3 kg, con un valor promedio por individuo de 24,5 kg, donde los individuos vivos y secos representa el 94,3 y el 5,7%, respectivamente. La biomasa se acumula mayoritariamente en el componente ramas (62,4%), le siguen en orden de magnitud, el componente fuste (29,6%) y hojas (8,0%).

A nivel de Serie, la biomasa se concentra en individuos de la Serie B con un 69,5%; 87,8%; 68,6% y 77,5% para las componentes fuste, ramas, hojas y total respectivamente y le siguen en orden de importancia la Serie A, con 24,5%; 6,9%; 25,9% y 21,4% para las componentes fuste, ramas, hojas y total respectivamente.

Entre los años 2022 y 2023, existe un incremento anual en la media del diámetro basal equivalente (0,1 cm) y en el área basal acumulada (0,02 m<sup>2</sup>) de la población, presentando diferencias estadísticas para estos resultados (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ; Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ), lo cual daría cuenta de un ligero crecimiento de los árboles estudiados. Efecto que no se ve reflejado a nivel de serie, en donde los cambios registrados no presentan diferencias estadísticas (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ; Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

Con respecto a la biomasa aérea en el periodo 2022 a 2023, la población presenta una disminución de la biomasa aérea, para las componentes fustes (46,9 kg), hojas (7,4 kg) y biomasa aérea total (67,5 kg) y un aumento en la biomasa de Ramas (31,1 kg), presentando diferencias estadísticas para estos resultados (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ; Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

## 2. INTRODUCCIÓN

---

En el marco del procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante la Resolución Exenta N°1/Rol F-041-2016 (rectificado por Res. Ex. N°4/Rol F-041-2016), y aprobado el 22 de agosto del 2022, en la Res. Ex N°38/Rol-F041-2016. Se considera la complementación de la información contenida en los informes del Plan de Seguimiento Ambiental Biótico (PSA) en cuanto a la acción 23 que complementa el monitoreo de los algarrobos que son objeto de seguimiento ambiental conforme la RCA N°226/2006, a través de la incorporación de variables o análisis adicionales; y posteriormente, la implementación de la acción 24 de Plan de cumplimiento, que incorpora el seguimiento ambiental de individuos de algarrobos y otras formaciones vegetacionales en la Quebrada de Camar que no forman parte del seguimiento ambiental comprometido en el marco de la RCA 226/2006; y la incorporación de nuevos parámetros y variables de monitoreo en el sector, para lo cual se solicita la estimación de las variables dendrométricas, desde ahora, biomasa de los individuos de algarrobo que se encuentran en pie dentro de la quebrada.

El género *Prosopis* en general está conformado por árboles nativos que crecen en las regiones áridas y semiáridas de Chile y otros países del cono sur (Rodríguez *et al.*, 1983; Zuloaga *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2018). Estas especies tienen una alta capacidad para desarrollarse en zonas con baja disponibilidad de agua y fuertemente salinas. Este es el caso de la población bajo monitoreo (en adelante la población) ubicada en la quebrada de Camar, Salar de Atacama.

Uno de los métodos más precisos para la estimación de la biomasa es el Método de regresión, (Satoo y Madgwick, 1982). Este se basa en funciones alométricas (Huxley, 1924; Gayon, 2000) construidas a partir del peso seco por componentes y total del árbol, como variables independientes y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o a la altura del tocón (DAT), como variable independiente (Baskerville, 1972). Su aplicación práctica demanda la corta y medición de individuos (método destructivo con árboles muestra) para su construcción. Sin embargo, la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo en la población de algarrobos objeto de estudio y con objeto de elaborar funciones locales de biomasa, se estima la biomasa aérea mediante funciones publicadas en la literatura para el género *Prosopis* o afines a este. Estas funciones han sido desarrolladas en su mayoría en el extranjero (Argentina, USA, Brasil), ya que estas son casi inexistentes en el país.

En este contexto, este estudio estima la biomasa aérea promedio por componente y total de una población de árboles del género *Prosopis* (algarrobo), ubicada en la quebrada de Camar. Este se basa en datos relevados durante el mes de enero de 2023 por un equipo de especialistas de Geobiota y el posterior procesamiento y análisis de funciones de biomasa publicadas en la literatura especializada, las cuales son aplicables a esta población, realizado por los autores de este informe.

A continuación, se presentan los objetivos, metodología, resultados y conclusiones del estudio realizado. Información detallada y complementaria se entrega en apéndices y anexos.

### 3. OBJETIVOS

---

El objetivo general es estimar la biomasa de una población de árboles pertenecientes al género *Prosopis* (algarrobo) ubicados en la quebrada de Camar, Salar de Atacama, Región de Antofagasta.

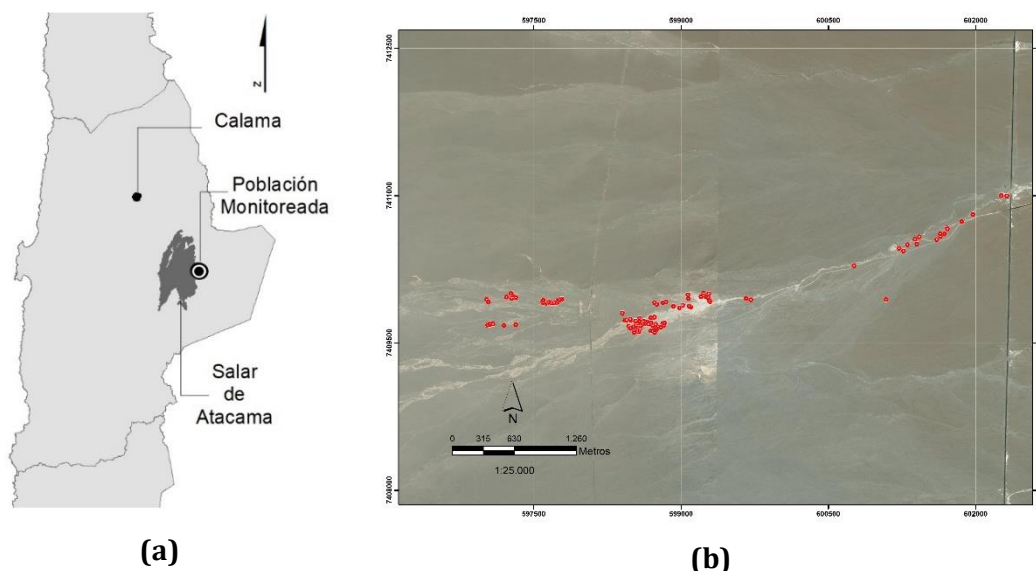
Además, tiene como objetivos específicos:

- Búsqueda, análisis y selección de funciones alométricas de biomasa aérea según componente (fuste, ramas, hojas y total).
- Elaboración de un inventario por componente aéreo, según clase de tamaño de la población (censo).
- Estimación de la biomasa según componentes (fuste, ramas, hojas y frutos) de los individuos del género *Prosopis* (algarrobo), teniendo en consideración una segregación por tamaño de la población inventariada.
- Estimación del cambio en biomasa aérea de la población en el período 2020-2023.

## 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 4.1. Caracterización de la población

La población perteneciente al género *Prosopis* se ubica en la Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia del Loa, Región de Atacama (El detalle de las coordenadas de ubicación de cada individuo se presentan en el Anexo 1), y está compuesta por árboles de origen natural de diversos tamaños, distribuidos en una superficie aproximada de 4.044,04 ha (Figura 1).



**Figura 1.** a) Ubicación de la población en Salar de Atacama. b) Vista área general de la población, en rojo se indican la ubicación de cada uno de los individuos. Imagen Bing (Bing Maps aerial imagery; fecha indeterminada).

### 4.2. Estimación de la biomasa aérea para la población del género *Prosopis*

#### 4.2.1. Censo en terreno de la población del género *Prosopis*

Para estimar la biomasa de la población del género *Prosopis* se realizó un censo de los individuos, registrando aquellas variables en terreno más utilizadas por los modelos de regresión reportados por la literatura y que permitieron estimar en forma eficiente la cantidad de biomasa aérea para estos individuos en particular.

Las variables registradas en terreno y los procedimientos para su relevamiento se encuentran en el Anexo 4, entre las variables más importantes se encuentran:

- Diámetro máximo de la copa (mcw). Corresponde al diámetro más largo de la copa del individuo en cm.
- Diámetro de copa a los 90° del mcw (cw90). Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido en cm.
- Altura total (ht). Altura total del individuo en m.

Adicionalmente, para los individuos plurifustales (con más de un vástago) se registró para todos los diámetros basales mayores a 2,5 cm las siguientes variables:

- Diámetro basal (db). Diámetro medido en la base del fuste (0,1 m del suelo) en cm.
- Diámetro a la altura del pecho (d<sub>1.3</sub>). Diámetro medido a 1.3 m del suelo, en cm. (según se presente)
- Largo del vástago (hf). Largo del fuste desde la base hasta el extremo superior en cm.

Además, se contaron todos los individuos con diámetros basales menores a 2.5 cm, y se les midió la altura individual (cm).

Ya que los individuos presentaron más de un vástago<sup>(1)</sup>, la caracterización de la población según la clase diamétrica se realizó utilizando el Diámetro basal equivalente (Dbe), que estima el diámetro que tendría cada árbol si tuviera un único fuste conformado por los diámetros basales a una altura de 10 cm del suelo de todos los vástagos existentes. Esto se calculó con siguiente fórmula (Álvarez *et al.*, 2011):

$$Dbe = 2 \sqrt{\sum \left(\frac{db_{0.1}}{2}\right)^2}$$

Donde:

Dbe = Diámetro basal equivalente (cm)

db<sub>0.1</sub> = Diámetros basales de cada vástago a 10 cm de altura del suelo

A partir de esta información se determinaron los siguientes parámetros:

- Rango diamétrico (Dbe) (cm)
- Altura media por rango diamétrico (m)
- Abundancia (Nº de vástagos)
- Área basal (m<sup>2</sup>)
- Área de copa (Acopa) (m<sup>2</sup>)
- Volumen de copa (Vc) (m<sup>3</sup>)

---

<sup>1</sup> Tallos o fustes que brotan desde la base un árbol cercano al suelo originando que este no presente un tronco o fuste único (individuo plurifustal).



#### **4.2.2. Selección de los modelos para estimar la biomasa aérea**

Para estimar la biomasa aérea de la población del género *Prosopis* se procedió a probar una selección de modelos de regresión (Anexo 2), los cuales corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa (Prodan *et al.*, 1997; Husch 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012). Se preseleccionaron 135 modelos de regresión para estimar la biomasa para especies de género *Prosopis* reportada por la literatura (Anexo 3).

Para la selección de los mejores modelos, desde el punto de su aplicabilidad a la población local, se siguieron los siguientes pasos metodológicos: En un primer paso se descartaron aquellos modelos cuyas variables o rangos de aplicación estuvieran alejados de las características de los individuos de la población, o la información disponible publicada fuera insuficiente para la aplicación del modelo. En un segundo paso, con aquellos inicialmente seleccionados se calculó preliminarmente la biomasa aérea total de cada individuo de la población, determinándose máximo, mínimo, media y desviación estándar de los resultados de biomasa obtenidos. Estos resultados individuales se agruparon en bandas de confianza en torno a la desviación estándar de la media. En un tercer paso y final, se seleccionaron sólo aquellos modelos cuyos resultados de biomasa promedio se agruparon dentro del rango 50%-100% de la desviación estándar de la media, según el número de funciones disponibles, considerando este valor como conservador para el intervalo de confianza en el que se mueve el estadígrafo de posición. Esto teniendo en cuenta que los individuos de la población censada presentan una alta variabilidad de tamaños y las funciones aplicadas provienen de poblaciones de diversas especies del género *Prosopis* y, a su vez, con diversos tamaños y hábitos de crecimiento.

#### **4.3. Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población**

La determinación de la biomasa aérea se realizó mediante la aplicación del conjunto de modelos seleccionados a cada individuo de la población, obteniéndose un valor medio de biomasa aérea para cada componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total). Es importante señalar, que las funciones de regresión empleadas no son aditivas, ya que cada componente de la biomasa y el total se ajusta por separado (regresiones independientes). Así, la suma de cada componente de la biomasa individual difiere del total de biomasa por individuo (Parresol, 2001).

Para la determinación de la biomasa de frutos se procedió de la siguiente manera: Cuando los árboles presentaran menos de 100 frutos se realizó un conteo de los frutos en las cuatro exposiciones de la copa de los árboles, y cuando estos presentaban más de 100 frutos, se realizó una estimación mediante el conteo de frutos en un volumen de 0,015m<sup>3</sup>, (cubo 0,25x0,25x0,25 m) en las cuatro exposiciones de la copa, para luego ser ajustado al total del volumen de la copa previamente calculado. Con los datos obtenidos, se construyó un modelo que permitió obtener el total de frutos para cada individuo, lo cual se ponderó por el peso de cada fruto, utilizando un valor conservador de 5,6 gr/fruto (Sciammaro, *et al.*, 2015) y se obtuvo el peso húmedo de frutos por árbol y el total para la población.

#### **4.4. Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población**

Para estimar el cambio en las existencias en biomasa se comparó la biomasa registrada por la población durante la medición de enero de 2023 en las cuatro series de árboles (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D). Es importante señalar que los resultados obtenidos para las mediciones anteriores pueden variar levemente con respecto a lo reportado en los informes, considerando que se realizó una depuración, complemento y consolidación de la base de datos. Además, se ajustaron los modelos utilizados a partir de la nueva información incorporada a la base de datos en las últimas mediciones. La comparación se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) o prueba de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) según la cantidad de mediciones registradas, para analizar si existen diferencias en las medias de la biomasa aérea reportadas según componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total).

## 5. RESULTADOS

---

### 5.1. Censo de la población del género *Prosopis*

La base de datos analizada presenta 251 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* (Series A, B, C, D) de los cuales fue posible ubicar y medir 192 árboles (76,4%). Los 59 árboles restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 69,2% de los árboles medidos (133 individuos) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 30,3% restante (59 individuos) no presenta ramillas con hojas, estas están secas o la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 1, la mayor parte de los individuos (80,2%, 154 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm y 2,6 a 5 cm) con alturas medias que no superan los 40 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representan el 6,3% (12 árboles) y pueden alcanzar en promedio hasta los 6,6 m de altura.

La mayoría de los individuos (87,5%) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 32 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 2,399 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 73,3 % de esta lo acumulan seis individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,05 y 123,3 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

**Cuadro 1.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulada y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos<br>(Árboles) |           |            | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |                        |                        | Hm<br>(m)               |                         |                         | G<br>(m <sup>2</sup> ) |              |              | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |                        |                        |
|-------------------|----------------------------|-----------|------------|---|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
|                   | vivos                      | secos     | total      | vivos   | secos                  | total                  | vivos                   | secos                   | total                   | vivos                  | secos        | total        | vivos                      | secos*                 | total                  |
| 0 - 2,5           | 62                         | 43        | 105        | 3,0   | 2,3                    | 2,7                    | 0,1                     | 0,1                     | 0,1                     | 0,022                  | 0,012        | 0,034        | -                          | 0,1                    | -                      |
| 2,6 - 5           | 40                         | 9         | 49         | 5,9   | 4,7                    | 5,7                    | 0,3                     | 0,4                     | 0,3                     | 0,036                  | 0,010        | 0,046        | 0,4                        | 1,3                    | 0,6                    |
| 5,1 - 7,5         | 3                          | 1         | 4          | 12,7  | 13,0                   | 12,8                   | 0,9                     | 0,7                     | 0,8                     | 0,011                  | 0,002        | 0,014        | 2,9                        | 3,7                    | 3,1                    |
| 7,6 - 10          | 5                          | 1         | 6          | 19,0  | 2,0                    | 16,2                   | 1,0                     | 2,0                     | 1,2                     | 0,029                  | 0,006        | 0,035        | 3,9                        | 5,7                    | 4,2                    |
| 10,1 - 12,5       | 2                          | -         | 2          | 10,0  | -                      | 10,0                   | 1,5                     | -                       | 1,5                     | 0,020                  | -            | 0,020        | 9,6                        | -                      | 9,6                    |
| 12,6 - 15         | 3                          | 2         | 5          | 49,3  | 10,0                   | 33,6                   | 1,2                     | 0,4                     | 0,9                     | 0,044                  | 0,030        | 0,074        | 7,7                        | 2,5                    | 5,6                    |
| 15,1 - 17,5       | 3                          | 2         | 5          | 7,3   | 7,5                    | 7,4                    | 2,0                     | 1,2                     | 1,7                     | 0,066                  | 0,041        | 0,107        | 9,5                        | 3,9                    | 7,3                    |
| 17,6 - 20         | 4                          | -         | 4          | 3,3   | -                      | 3,3                    | 1,8                     | -                       | 1,8                     | 0,104                  | -            | 0,104        | 10,6                       | -                      | 10,6                   |
| 20,1 - 22,5       | 2                          | -         | 2          | 11,5  | -                      | 11,5                   | 2,3                     | -                       | 2,3                     | 0,072                  | -            | 0,072        | 26,4                       | -                      | 26,4                   |
| 22,6 - 25         | 3                          | -         | 3          | 7,7   | -                      | 7,7                    | 3,0                     | -                       | 3,0                     | 0,131                  | -            | 0,131        | 23,4                       | -                      | 23,4                   |
| 27,6 - 30         | 1                          | 1         | 2          | 28,0  | 4,0                    | 16,0                   | 2,4                     | 2,6                     | 2,5                     | 0,065                  | 0,068        | 0,133        | 39,6                       | 13,3                   | 26,4                   |
| 47,6 - 50         | 1                          | -         | 1          | 1,0   | -                      | 1,0                    | 3,1                     | -                       | 3,1                     | 0,185                  | -            | 0,185        | 37,8                       | -                      | 37,8                   |
| 55,1 - 57,5       | 1                          | -         | 1          | 16,0  | -                      | 16,0                   | 6,0                     | -                       | 6,0                     | 0,260                  | -            | 0,260        | 123,3                      | -                      | 123,3                  |
| 57,6 - 60         | 1                          | -         | 1          | 10,0  | -                      | 10,0                   | 5,8                     | -                       | 5,8                     | 0,266                  | -            | 0,266        | 51,5                       | -                      | 51,5                   |
| 70,1 - 72,5       | 1                          | -         | 1          | 1,0   | -                      | 1,0                    | 6,6                     | -                       | 6,6                     | 0,396                  | -            | 0,396        | 89,5                       | -                      | 89,5                   |
| 80,1 - 82,5       | 1                          | -         | 1          | 2,0   | -                      | 2,0                    | 6,3                     | -                       | 6,3                     | 0,523                  | -            | 0,523        | 87,3                       | -                      | 87,3                   |
| <b>Total</b>      | <b>133</b>                 | <b>59</b> | <b>192</b> | <b>6,5<sup>a</sup></b>                              | <b>3,3<sup>a</sup></b> | <b>5,5<sup>a</sup></b> | <b>0,68<sup>a</sup></b> | <b>0,29<sup>a</sup></b> | <b>0,56<sup>a</sup></b> | <b>2,230</b>           | <b>0,169</b> | <b>2,399</b> | <b>5,4<sup>a</sup></b>     | <b>0,8<sup>a</sup></b> | <b>4,0<sup>a</sup></b> |

(<sup>a</sup>) Corresponde al promedio de la variable, para el total de la población para la clase de vitalidad correspondiente.

(-) No se registran información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

## 5.2. Censo de la población del género *Prosopis* Serie A

La Serie A, consta de 75 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 56 (74,6%). Los 19 árboles restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 62,5% de los árboles medidos (35 individuos) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos, mientras que el 37,5% restante (21 individuos) no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 2, la mayor parte de los individuos (51,7%, 29 árboles) de la serie A, se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm y 2,6 a 5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 8,9 % (5 árboles) y pueden alcanzar hasta los 3,1 m de altura.

La mayoría de los individuos (83,9%) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 40,3 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 0,574 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie A, en donde el 57,7 % de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>20 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,2 y 26,4 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño.

**Cuadro 2.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie A. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos<br>(Árboles) |           |           | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |                        |                        | Hm<br>(m)              |                        |                        | G<br>(m <sup>2</sup> ) |              |              | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |                        |                        |
|-------------------|----------------------------|-----------|-----------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
|                   | vivos                      | secos     | total     | vivos   | secos                  | total                  | vivos                  | secos                  | total                  | vivos                  | secos        | total        | vivos                      | secos*                 | total                  |
| 0 - 2,5           | 4                          | 9         | 13        | 2,8   | 2,0                    | 2,2                    | 0,4                    | 0,3                    | 0,4                    | 0,001                  | 0,002        | 0,003        | 0,1                        | 0,2                    | 0,2                    |
| 2,6 - 5           | 10                         | 6         | 16        | 4,8   | 5,2                    | 4,9                    | 0,8                    | 0,5                    | 0,7                    | 0,013                  | 0,007        | 0,020        | 1,7                        | 1,3                    | 1,5                    |
| 5,1 - 7,5         | 3                          | 1         | 4         | 12,7  | 13,0                   | 12,8                   | 0,9                    | 0,7                    | 0,8                    | 0,011                  | 0,002        | 0,013        | 2,9                        | 3,7                    | 3,1                    |
| 7,6 - 10          | 2                          | 1         | 3         | 11,0  | 2,0                    | 8,0                    | 0,7                    | 2,0                    | 1,1                    | 0,012                  | 0,006        | 0,018        | 1,7                        | 5,7                    | 3,0                    |
| 10,1 - 12,5       | 2                          | -         | 2         | 10,0  | -                      | 10,0                   | 1,5                    | -                      | 1,5                    | 0,020                  | -            | 0,020        | 9,6                        | -                      | 9,6                    |
| 12,6 - 15         | 3                          | 1         | 4         | 49,3  | 13,0                   | 40,3                   | 1,2                    | 0,5                    | 1,0                    | 0,044                  | 0,017        | 0,061        | 7,7                        | 1,7                    | 6,2                    |
| 15,1 - 17,5       | 3                          | 2         | 5         | 7,3   | 7,5                    | 7,4                    | 2,0                    | 1,2                    | 1,7                    | 0,066                  | 0,041        | 0,107        | 9,5                        | 3,9                    | 7,3                    |
| 17,6 - 20         | 4                          | -         | 4         | 3,3   | -                      | 3,3                    | 1,8                    | -                      | 1,8                    | 0,104                  | -            | 0,104        | 10,6                       | -                      | 10,6                   |
| 20,1 - 22,5       | 2                          | -         | 2         | 11,5  | -                      | 11,5                   | 2,3                    | -                      | 2,3                    | 0,072                  | -            | 0,072        | 26,4                       | -                      | 26,4                   |
| 22,6 - 25         | 2                          | -         | 2         | 6,0   | -                      | 6,0                    | 3,1                    | -                      | 3,1                    | 0,088                  | -            | 0,088        | 20,3                       | -                      | 20,3                   |
| 27,6 - 30         | -                          | 1         | 1         | -   | 4,0                    | 4,0                    | -                      | 2,6                    | 2,6                    | -                      | 0,068        | 0,068        | -                          | 13,3                   | 13,3                   |
| <b>Total</b>      | <b>35</b>                  | <b>21</b> | <b>56</b> | <b>10,2<sup>a</sup></b>                             | <b>4,6<sup>a</sup></b> | <b>8,1<sup>a</sup></b> | <b>1,2<sup>a</sup></b> | <b>0,7<sup>a</sup></b> | <b>1,0<sup>a</sup></b> | <b>0,431</b>           | <b>0,143</b> | <b>0,574</b> | <b>6,7<sup>a</sup></b>     | <b>2,0<sup>a</sup></b> | <b>5,0<sup>a</sup></b> |

(<sup>a</sup>) Corresponde al promedio de la variable, para el total de la población para la clase de vitalidad correspondiente.

(-) No se registran información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

### 5.3. Censo de la población del género *Prosopis* Serie B

La serie B, consta de 22 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 13 individuos (59% del total). Los 9 árboles restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 77% de los árboles medidos (10 individuos) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos, mientras que el 23% restante (3 individuos) no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 3, la mayor parte de los individuos de la serie B se concentran en las clases diamétricas de mayor tamaño (> a 7 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 82 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 6,6 m.

La mayoría de los individuos (76,9%) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 1 y 24 vástagos por individuo.

El área basal es alta considerando el bajo número de individuos que conforman la serie y su gran tamaño, alcanzando los 1,770 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la Serie B, en donde el 92,1% de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>47 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 1,9 y 123,3 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño, los que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de copa.

**Cuadro 3.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie B. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos<br>(Árboles) |          |           | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |                        |                         | Hm<br>(m)              |                        |                        | G<br>(m <sup>2</sup> ) |              |                          | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |                        |                         |
|-------------------|----------------------------|----------|-----------|---|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
|                   | vivos                      | secos    | total     | vivos   | secos                  | total                   | vivos                  | secos                  | total                  | vivos                  | secos        | total                    | vivos                      | secos*                 | total                   |
| 2,6 - 5           | -                          | 2        | 2         | -   | 3,0                    | 3,0                     | -                      | 0,4                    | 0,4                    | -                      | 0,002        | 0,002                    | -                          | 1,9                    | 1,9                     |
| 7,6 - 10          | 3                          | -        | 3         | 24,3  | -                      | 24,3                    | 1,2                    | -                      | 1,2                    | 0,017                  | -            | 0,017                    | 5,4                        | -                      | 5,4                     |
| 12,6 - 15         | -                          | 1        | 1         | -   | 7,0                    | 7,0                     | -                      | 0,2                    | 0,2                    | -                      | 0,013        | 0,013                    | -                          | 3,3                    | 3,3                     |
| 22,6 - 25         | 1                          | -        | 1         | 11,0  | -                      | 11,0                    | 2,9                    | -                      | 2,9                    | 0,043                  | -            | 0,043                    | 29,6                       | -                      | 29,6                    |
| 27,6 - 30         | 1                          | -        | 1         | 28,0  | -                      | 28,0                    | 2,4                    | -                      | 2,4                    | 0,065                  | -            | 0,065                    | 39,6                       | -                      | 39,6                    |
| 47,6 - 50         | 1                          | -        | 1         | 1,0   | -                      | 1,0                     | 3,1                    | -                      | 3,1                    | 0,185                  | -            | 0,185                    | 37,8                       | -                      | 37,8                    |
| 55,1 - 57,5       | 1                          | -        | 1         | 16,0  | -                      | 16,0                    | 6,0                    | -                      | 6,0                    | 0,260                  | -            | 0,260                    | 123,3                      | -                      | 123,3                   |
| 57,6 - 60         | 1                          | -        | 1         | 10,0  | -                      | 10,0                    | 5,8                    | -                      | 5,8                    | 0,266                  | -            | 0,266                    | 51,5                       | -                      | 51,5                    |
| 70,1 - 72,5       | 1                          | -        | 1         | 1,0   | -                      | 1,0                     | 6,6                    | -                      | 6,6                    | 0,396                  | -            | 0,396                    | 89,5                       | -                      | 89,5                    |
| 80,1 - 82,5       | 1                          | -        | 1         | 2,0   | -                      | 2,0                     | 6,3                    | -                      | 6,3                    | 0,523                  | -            | 0,523                    | 87,3                       | -                      | 87,3                    |
| <b>Total</b>      | <b>10</b>                  | <b>3</b> | <b>13</b> | <b>14,2<sup>a</sup></b>                             | <b>4,3<sup>a</sup></b> | <b>11,9<sup>a</sup></b> | <b>3,7<sup>a</sup></b> | <b>0,3<sup>a</sup></b> | <b>2,9<sup>a</sup></b> | <b>1,755</b>           | <b>0,015</b> | <b>1,770<sup>a</sup></b> | <b>47,5<sup>a</sup></b>    | <b>2,4<sup>a</sup></b> | <b>37,1<sup>a</sup></b> |

(<sup>a</sup>) Corresponde al promedio de la variable, para el total de la población para la clase de vitalidad correspondiente.

(-) No se registran información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.



#### 5.4. Censo de la población del género *Prosopis* Serie C

La serie C, presenta 79 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 58 individuos (73,4% del total). Los 21 árboles restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 65,5% de los árboles medidos (38 individuos) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos, mientras que el 34,5% restante (20 individuos) no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo expuesto en el Cuadro 4, los individuos pertenecientes a la Serie C no superan los 5 cm de diámetro basal equivalente. Estimándose que un 79,3% de los ejemplares se concentran en la clase diamétrica de menor tamaño (0 a 2,5 cm), con alturas medias que no superan los 10 cm.

La mayoría de los individuos (87,9%) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,7 y 6,7 vástagos por individuo (promedio de 3,5 vástagos por individuo). El área basal es baja, alcanzando los 0,025 m<sup>2</sup> de forma acumulada y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,04 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie C. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos<br>(Árboles) |           |           | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |                        |                        | Hm<br>(m)              |                        |                        | G<br>(m <sup>2</sup> ) |              |              | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |                          |                          |
|-------------------|----------------------------|-----------|-----------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                   | vivos                      | secos     | total     | vivos   | secos                  | total                  | vivos                  | secos                  | total                  | vivos                  | secos        | total        | vivos                      | secos*                   | total                    |
| 0 - 2,5           | 27                         | 19        | 46        | 3,0   | 2,2                    | 2,7                    | 0,1                    | 0,0                    | 0,1                    | 0,010                  | 0,005        | 0,015        | 0,018                      | 0,004                    | 0,012                    |
| 2,6 - 5           | 11                         | 1         | 12        | 6,8   | 5,0                    | 6,7                    | 0,1                    | 0,1                    | 0,1                    | 0,009                  | 0,001        | 0,010        | 0,044                      | 0,012                    | 0,042                    |
| <b>Total</b>      | <b>38</b>                  | <b>20</b> | <b>58</b> | <b>4,1<sup>a</sup></b>                              | <b>2,4<sup>a</sup></b> | <b>3,5<sup>a</sup></b> | <b>0,1<sup>a</sup></b> | <b>0,1<sup>a</sup></b> | <b>0,1<sup>a</sup></b> | <b>0,019</b>           | <b>0,006</b> | <b>0,025</b> | <b>0,025<sup>a</sup></b>   | <b>0,004<sup>a</sup></b> | <b>0,018<sup>a</sup></b> |

(<sup>a</sup>) Corresponde al promedio de la variable, para el total de la población para la clase de vitalidad correspondiente.

(-) No se registran información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

### 5.5. Censo de la población del género *Prosopis* Serie D

La serie D, presenta 75 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 65 individuos (86,6% de total). Los 10 árboles restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 77% de los árboles medidos (50 individuos) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos, mientras que el 23% restante (15 individuos) no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 5, los árboles de la Serie D no superan los 5 cm de diámetro basal equivalente, estimándose que un 70,7% de los ejemplares se presentan en la clase diamétrica de menor tamaño (0 a 2,5 cm), con alturas medias que no superan los 10 cm.

La mayoría de los individuos (92,3% del total), presentan más de un vástago (ejemplares plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,8 y 6 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,030 m<sup>2</sup> de forma acumulada y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,05 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie D. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango <i>Db</i><br>(cm) | Nº individuos<br>(Árboles) |           |           | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                        | Hm<br>(m)  |            |            | G<br>(m <sup>2</sup> ) |              |              | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |              |                          |
|-------------------------|----------------------------|-----------|-----------|---|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------------------|
|                         | vivos                      | secos     | total     | vivos   | secos      | total                  | vivos      | secos      | total      | vivos                  | secos        | total        | vivos                      | secos*       | total                    |
| 0 - 2,5                 | 31                         | 15        | 46        | 2,9   | 2,5        | 2,8                    | 0,1        | 0,1        | 0,1        | 0,011                  | 0,005        | 0,016        | 0,065                      | 0,037        | 0,056                    |
| 2,6 - 5                 | 19                         | -         | 19        | 6,0   | -          | 6,0                    | 0,1        | -          | 0,1        | 0,014                  | -            | 0,014        | 0,026                      | -            | 0,026                    |
| <b>Total</b>            | <b>50</b>                  | <b>15</b> | <b>65</b> | <b>4,1<sup>a</sup></b>                              | <b>2,5</b> | <b>3,7<sup>a</sup></b> | <b>0,1</b> | <b>0,1</b> | <b>0,1</b> | <b>0,025</b>           | <b>0,005</b> | <b>0,030</b> | <b>0,050</b>               | <b>0,037</b> | <b>0,047<sup>a</sup></b> |

(<sup>a</sup>) Corresponde al promedio de la variable, para el total de la población para la clase de vitalidad correspondiente.

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

## 5.6. Funciones de biomasa aérea seleccionadas

Las funciones de biomasa utilizadas provienen de un análisis preliminar de 135 modelos (Anexo 3), de los cuales se redujo la selección a un total de 43 modelos, donde se utilizan en el análisis seleccionaron ocho funciones para la estimación de la biomasa del componente fustes, seis para el componente ramas, cuatro para el componente hojas y 25 para la estimación de la biomasa total. Las funciones seleccionadas utilizan variables de rápida medición en terreno, siendo la principal de estas el diámetro basal equivalente (*Db<sub>e</sub>*), calculado a partir de diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), que se encuentra en los modelos seleccionados para fuste, ramas y biomasa total, diámetros que en algunos modelos se combinan con la altura total. Las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, dentro de las que se incluye *Prosopis alba*. Además, incluye especies como *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*, especies que en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada.

## 5.7. Determinación de la biomasa aérea de la población

La biomasa aérea alcanza los 4.689,3 kg para el total de la población medida (133 individuos vivos y 59 secos), con un valor promedio por árbol de 24,4 kg (Cuadro 6). El 94,3% de la biomasa proviene de individuos vivos y sólo el 5,7% restante a individuos secos.

El 72,5% de la biomasa aérea se concentra en cinco individuos monofustales de gran tamaño, con diámetros que van entre los 47,7 y los 82,0 cm y con alturas que van entre los 3,1 m hasta 6,3 m. Es importante señalar, que los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001).

Sólo un 8,8% de los individuos de la población presenta frutos, con una media de 627,9 frutos por árbol y con una biomasa de 6,5 kg por árbol (peso húmedo). La biomasa total de frutos (peso húmedo) alcanza los 58,8 kg. Un 87,7% de la biomasa se concentra en individuos de la Serie B y el resto se encuentra en la Serie A.

La biomasa aérea total de los individuos se distribuye porcentualmente de la siguiente forma: un 29,6% corresponde al fuste, 62,4% a ramas, 8,0% a hojas, es importante señalar que, para determinar específicamente estas proporciones por componente de biomasa, sólo se consideraron los individuos vivos, esto debido a que, en el caso de aquellos secos, no se sabe exactamente cuál es la proporción real de cada componente, ya que estos no presentan hojas. Por otro lado, se excluyó del análisis la biomasa de frutos ya que corresponde al peso húmedo y no es comparable al resto de las componentes.

**Cuadro 6.** Biomasa promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (Dbe) de la población de árboles del género *Prosopis*.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos |           |            | Peso seco Fuste<br>(kg) |            |             | Peso seco Ramas<br>(kg) |            |              | Peso seco Hojas<br>(kg) |             |              | Peso húmedo Frutos<br>(kg) |            |            | Peso seco Total<br>(kg) |             |              |
|-------------------|---------------|-----------|------------|-------------------------|------------|-------------|-------------------------|------------|--------------|-------------------------|-------------|--------------|----------------------------|------------|------------|-------------------------|-------------|--------------|
|                   | vivos         | secos     | total      | vivos                   | secos      | total       | vivos                   | secos      | total        | vivos                   | secos       | total        | vivos                      | secos      | total      | vivos                   | secos       | total        |
| 0-2,5             | 62            | 43        | 105        | 218                     | 121        | 339         | 322                     | 161        | 483          | 4,6                     | 2,4         | 7,0          | -                          | -          | -          | 172                     | 93          | 265          |
| 2,6-5             | 40            | 9         | 49         | 253                     | 69         | 322         | 653                     | 190        | 843          | 8,0                     | 2,1         | 10,1         | -                          | -          | -          | 403                     | 116         | 519          |
| 5,1-7,5           | 3             | 1         | 4          | 78                      | 17         | 95          | 08                      | 38         | 46           | 1,4                     | 0,5         | 1,9          | -                          | -          | -          | 183                     | 28          | 211          |
| 7,6-10            | 5             | 1         | 6          | 158                     | 32         | 190         | 12                      | 02         | 14           | 2,8                     | 1,1         | 3,9          | -                          | -          | -          | 524                     | 102         | 626          |
| 10,1-12,5         | 2             | -         | 2          | 90                      | -          | 90          | 1,1                     | -          | 1,1          | 3,3                     | -           | 3,3          | 0,1                        | -          | 0,1        | 385                     | -           | 385          |
| 12,6-15           | 3             | 2         | 5          | 142                     | 80         | 222         | 3,6                     | 25         | 61           | 3,1                     | 0,2         | 3,3          | 0,4                        | -          | 0,4        | 792                     | 531         | 1323         |
| 15,1-17,5         | 3             | 2         | 5          | 225                     | 118        | 343         | 5,3                     | 3,6        | 89           | 5,7                     | 1,2         | 6,9          | 0,2                        | -          | 0,2        | 1191                    | 727         | 1918         |
| 17,6-20           | 4             | -         | 4          | 304                     | -          | 304         | 102                     | -          | 102          | 7,5                     | -           | 7,5          | 2,0                        | -          | 2,0        | 1898                    | -           | 1898         |
| 20,1-22,5         | 2             | -         | 2          | 223                     | -          | 223         | 90                      | -          | 90           | 12,1                    | -           | 12,1         | -                          | -          | -          | 1357                    | -           | 1357         |
| 22,6-25           | 3             | -         | 3          | 439                     | -          | 439         | 205                     | -          | 205          | 17,2                    | -           | 17,2         | 5,1                        | -          | 5,1        | 2333                    | -           | 2333         |
| 27,6-30           | 1             | 1         | 2          | 161                     | 173        | 334         | 123                     | 139        | 262          | 7,6                     | 3,1         | 10,7         | 1,9                        | -          | 1,9        | 1019                    | 1049        | 2068         |
| 47,6-50           | 1             | -         | 1          | 366                     | -          | 366         | 834                     | -          | 834          | 7,8                     | -           | 7,8          | 10,5                       | -          | 10,5       | 2869                    | -           | 2869         |
| 55,1-57,5         | 1             | -         | 1          | 919                     | -          | 919         | 1728                    | -          | 1728         | 33,8                    | -           | 33,8         | 11,5                       | -          | 11,5       | 5965                    | -           | 5965         |
| 57,6-60           | 1             | -         | 1          | 889                     | -          | 889         | 1799                    | -          | 1799         | 20,7                    | -           | 20,7         | 11,6                       | -          | 11,6       | 4760                    | -           | 4760         |
| 70,1-72,5         | 1             | -         | 1          | 1385                    | -          | 1385        | 3566                    | -          | 3566         | 35,9                    | -           | 35,9         | 1,9                        | -          | 1,9        | 9830                    | -           | 9830         |
| 80,1-82,5         | 1             | -         | 1          | 1535                    | -          | 1535        | 6033                    | -          | 6033         | 29,6                    | -           | 29,6         | 13,6                       | -          | 13,6       | 10565                   | -           | 10565        |
| <b>Total</b>      | <b>133</b>    | <b>59</b> | <b>192</b> | <b>7385</b>             | <b>610</b> | <b>7995</b> | <b>15575</b>            | <b>591</b> | <b>16166</b> | <b>201,1</b>            | <b>10,6</b> | <b>211,7</b> | <b>588</b>                 | <b>0,0</b> | <b>588</b> | <b>44246</b>            | <b>2646</b> | <b>46893</b> |

(\*) Valores totales no coinciden con la biomasa obtenida mediante la suma de cada componente por efecto de la no aditividad de las funciones por componentes.

## 5.8. Cambio en las existencias de la población

Para estimar el cambio en las existencias se comparó la información registrada para la población durante la medición de enero de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D).

### 5.8.1. Cambios en el número de individuos de la población

La población muestra una tendencia a mantenerse estable en términos de la proporción de individuos “Vivos” y “Secos”, siendo esta de un 69% y un 31% respectivamente.

En la serie A, se aprecia la incorporación de 4 individuos a la medición entre los años 2020 y 2022 y, a la desaparición o desprendimiento de un individuo (A-63) en el periodo 2022-2023. Producto de estos cambios, se aprecia una tendencia al aumento en los individuos clasificados como “Vivos”, lo cual indicaría un rebrote y por tanto una disminución en aquellos clasificados como “Secos” (Ver Cuadro 7).

Para el periodo 2022-2023, la serie B, de la cual se cuentan dos mediciones en el periodo 2020-2023, se aprecia la incorporación de un individuo a la medición, clasificado como “Seco”, sin registrar cambios para los individuos clasificados como “Vivos”.

Para el periodo 2022-2023, la serie C, de la cual se cuentan 2 mediciones en el periodo 2020-2023, se aprecia la pérdida de tres individuos, dos de estos se clasificaban como “Secos” y uno “Vivo”.

Finalmente, para el periodo 2022-2023, en la serie D, se aprecia la incorporación de dos individuos a la medición, clasificados como “Vivos”.

**Cuadro 7.** Número de individuos según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden tres mediciones para la Serie A (Años 2020, 2022 y 2023) y dos mediciones para las series B, C, D (años 2022 y 2023).

| Serie | Vivo<br>(Árboles) |      |      | Seco<br>(Árboles) |      |      | Total<br>(Árboles) |      |      |
|-------|-------------------|------|------|-------------------|------|------|--------------------|------|------|
|       | 2020              | 2022 | 2023 | 2020              | 2022 | 2023 | 2020               | 2022 | 2023 |
| A     | 29                | 34   | 35   | 24                | 23   | 21   | 53                 | 57   | 56   |
| B     | -                 | 10   | 10   | -                 | 2    | 3    | -                  | 12   | 13   |
| C     | -                 | 42   | 38   | -                 | 19   | 20   | -                  | 61   | 58   |
| D     | -                 | 48   | 50   | -                 | 15   | 15   | -                  | 63   | 65   |
| dia   | 29                | 134  | 133  | 24                | 59   | 59   | 53                 | 193  | 192  |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

### 5.8.2. Cambios en la media de los diámetros basales equivalentes de la población

Para el periodo 2022-2023, el total de la población (Series A, B, C y D), presenta una media de crecimiento del diámetro basal equivalente de 0,1 cm (Cuadro 8). En general, los individuos clasificados como Secos mantienen su media de diámetros basales o registran una leve

disminución, propia del desecamiento o pérdida de fustes. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2020-2022, los individuos “Vivos” de la Serie A registra una leve disminución (0,7 cm) y un aumento (0,1 cm) en el periodo 2022-2023. Sin presentar resultados significativos para el total la serie entre los años analizados (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2022-2023, los individuos “Vivos” de las series B y D, registran un aumento en la media de los diámetros basales, de 0,4 y 0,1 cm respectivamente, en cambio la Serie C, mantiene su media para este mismo periodo. Los resultados obtenidos no son significativos para el total de las series en los años analizados (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

**Cuadro 8.** Media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden tres mediciones para la Serie A (Años 2020, 2022 y 2023) y dos mediciones para las series B, C, D (años 2022 y 2023).

| Serie | Vivo<br>(cm) |      |      | Seco<br>(cm) |      |      | Total<br>(cm) |      |      |
|-------|--------------|------|------|--------------|------|------|---------------|------|------|
|       | 2020         | 2022 | 2023 | 2020         | 2022 | 2023 | 2020          | 2022 | 2023 |
| A     | 11,0         | 10,3 | 10,4 | 6,6          | 6,1  | 6,1  | 9,0           | 8,6  | 8,8  |
| B     | -            | 39,0 | 39,4 | -            | 8,1  | 6,6  | -             | 33,8 | 31,9 |
| C     | -            | 2,5  | 2,5  | -            | 1,8  | 1,9  | -             | 2,3  | 2,3  |
| D     | -            | 2,3  | 2,4  | -            | 1,9  | 1,9  | -             | 2,2  | 2,3  |
| Media | 11,0         | 7,1  | 7,2  | 6,6          | 3,7  | 3,6  | 9,0           | 6,1  | 6,2* |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas, comparación periodo 2022-2023 (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

### 5.8.3. Cambio en la media de las alturas de la población

En el periodo 2022-2023, para el total de la población (Series A, B, C y D), no se presenta un cambio aparente en la media de las alturas, tanto para los individuos clasificados como “Vivos”, como para los clasificados como “Secos” (Cuadro 9), sin presentar diferencias significativas para el total de la población en los años analizados (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2020-2023, los individuos “Vivos” de la Serie A presenta una disminución de 0,3 m, sin presentar diferencias significativas para el total de la serie en el periodo analizado (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2022-2023, los individuos “Vivos” de la Serie D presentan una disminución de 0,1 m, sin presentar diferencias significativas para el total de la serie en el periodo analizado (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ). Para este mismo periodo, los individuos “Vivos” de las series B, y C no presentan cambios.



**Cuadro 9.** Media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden tres mediciones para la Serie A (Años 2020, 2022 y 2023) y dos mediciones para las series B, C, D (años 2022 y 2023).

| Serie | Vivo<br>(m) |      |      | Seco<br>(m) |      |      | Total<br>(m) |      |      |
|-------|-------------|------|------|-------------|------|------|--------------|------|------|
|       | 2020        | 2022 | 2023 | 2020        | 2022 | 2023 | 2020         | 2022 | 2023 |
| A     | 1,5         | 1,3  | 1,2  | 0,7         | 0,7  | 0,6  | 1,1          | 1,0  | 1,0  |
| B     | -           | 3,7  | 3,7  | -           | 0,4  | 0,5  | -            | 3,2  | 2,9  |
| C     | -           | 0,1  | 0,1  | -           | 0,1  | 0,0  | -            | 0,1  | 0,1  |
| D     | -           | 0,2  | 0,1  | -           | 0,1  | 0,1  | -            | 0,1  | 0,1  |
| Media | 1,5         | 0,7  | 0,7  | 0,7         | 0,3  | 0,3  | 1,1          | 0,6  | 0,6  |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

#### 5.8.4. Cambios en el área basal de la población

Para el periodo 2022-2023, el total de la población (Series A, B, C y D) presenta un leve incremento en el área basal acumulada de los individuos de 0,0271 m<sup>2</sup> para los individuos vivos y una disminución de 0,007 m<sup>2</sup> para los individuos clasificados como “Secos”, siendo esta diferencia entre los años analizados significativa (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ , para el resto de las series).

Para el periodo 2020-2023, la serie A, presenta un incremento anual en área basal del orden de 0,0037 m<sup>2</sup>, sin ser significativas las diferencias observadas de forma individual para la serie (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2022-2023, las series B y D presentan incrementos anuales en área basal del orden de 0,0128, 0,0045 m<sup>2</sup> respectivamente (Cuadro 10) y la Serie D una disminución de 0,0013 m<sup>2</sup>, sin ser significativas las diferencias observadas de forma individual en cada serie (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

**Cuadro 10.** Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden tres mediciones para la Serie A (Años 2020, 2022 y 2023) y dos mediciones para las series B, C, D (años 2022 y 2023).

| Serie | Vivo<br>(m <sup>2</sup> ) |        |        | Seco<br>(m <sup>2</sup> ) |        |        | Total<br>(m <sup>2</sup> ) |        |         |
|-------|---------------------------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|---------|
|       | 2020                      | 2022   | 2023   | 2020                      | 2022   | 2023   | 2020                       | 2022   | 2023    |
| A     | 0,3896                    | 0,4170 | 0,4310 | 0,1741                    | 0,1537 | 0,1438 | 0,5636                     | 0,5707 | 0,5748  |
| B     | -                         | 1,7426 | 1,7531 | -                         | 0,0130 | 0,0153 | -                          | 1,7557 | 1,7684  |
| C     | -                         | 0,0210 | 0,0192 | -                         | 0,0054 | 0,0058 | -                          | 0,0263 | 0,0250  |
| D     | -                         | 0,0207 | 0,0250 | -                         | 0,0044 | 0,0047 | -                          | 0,0251 | 0,0297  |
|       | 0,3896                    | 2,2013 | 2,2283 | 0,1741                    | 0,1765 | 0,1696 | 0,5636                     | 2,3778 | 2,3979* |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas, comparación periodo 2022-2023 (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

### 5.8.5. Cambios en la biomasa de la población

Para el periodo 2022-2023, el total de la población (Series A, B, C y D) presenta una disminución de la biomasa de 46,9; 7,4 y 67,5; kg para las componentes Fustes, Hojas y Total respectivamente, en cambio la componente Ramas presentan un incremento de 31,1 kg, para el periodo analizado, siendo estos resultados significativos a nivel de población (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ , realizada tomando los dos últimos años de medición).

Para el periodo 2020-2023, la serie A en particular, presenta una disminución de 3,5 kg para la componente fustes y un aumento de 4,0; 2,4 y 22,5 kg para las componentes Ramas, Hojas y fustes respectivamente (Cuadro 11), sin ser estos resultados significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskal Wallis  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2022-2023, la serie B en particular, presenta una disminución de 45,3; 10,6 y 74,8 kg para las componentes Fustes, Hojas y Total respectivamente (Cuadro 11), en cambio presenta un aumento en la biomasa de la componente Ramas, equivalente a 22,0 kg, sin ser estos resultados significativos a nivel de serie (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

Para el periodo 2022-2023, la serie C, presenta una disminución de la biomasa del orden de los 1,9; 1,8; 0,3 y 1,1 kg para las componentes Fustes, Ramas, Hojas y Total (Cuadro 11), sin ser estos resultados significativos (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ , considerando los dos últimos años de medición).

Para el periodo 2022-2023, la serie D, presenta un aumento de la biomasa del orden de los 3,1; 8,3; 1,0 y 4,0 kg para las componentes Fustes, Ramas, Hojas y Total respectivamente (Cuadro 11), sin ser estos resultados significativos (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ , considerando los dos últimos años de medición).

**Cuadro 11.** Promedio de la biomasa según componente (kg), serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden tres mediciones para la Serie A (Años 2020, 2022 y 2023) y dos mediciones para las series B, C, D (años 2022 y 2023).

| Serie | BiomasaFuste<br>(kg) |       |       | BiomasaRamas<br>(kg) |         |         | BiomasaHojas<br>(kg) |       |       | BiomasaTotal<br>(kg) |         |         |
|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|---------|---------|----------------------|-------|-------|----------------------|---------|---------|
|       | 2020                 | 2022  | 2023  | 2020                 | 2022    | 2023    | 2020                 | 2022  | 2023  | 2020                 | 2022    | 2023    |
| A     | 2000                 | 1993  | 1965  | 1078                 | 1092    | 1118    | 524                  | 523   | 548   | 983,5                | 1001,3  | 1005,8  |
| B     | -                    | 601,2 | 555,9 | -                    | 1.398,0 | 1.420,0 | -                    | 155,9 | 145,3 | -                    | 3.710,1 | 3.635,3 |
| C     | -                    | 23,5  | 21,6  | -                    | 40,4    | 38,6    | -                    | 5,6   | 5,3   | -                    | 22,9    | 21,8    |
| D     | -                    | 22,4  | 25,5  | -                    | 37,9    | 46,2    | -                    | 5,3   | 6,3   | -                    | 22,4    | 26,4    |
|       | 2000                 | 846,4 | 799,5 | 1078                 | 1.585,5 | 1.616,6 | 524                  | 219,1 | 211,7 | 983,5                | 4.756,7 | 4.689,3 |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas, comparación periodo 2022-2023 (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

## 6. DISCUSION

---

Una gran proporción de los individuos censados (69,3% del total) presenta algún nivel de vitalidad en sus fustes y sólo el 30,7% de estos (n=59 individuos) está seco, se trata en su mayoría de árboles de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales. Gran parte de estos (79,0%) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (< 5 cm), presentando alturas medias que no superan los 50 cm. En contraste, los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 6,3% y pueden alcanzar hasta los 6,6 m de altura, lo cual indica que la estructura de la población se concentraría en individuos jóvenes o de poco desarrollo y con una alta capacidad de retoñación.

Las funciones seleccionadas utilizan como principal variable el diámetro basal equivalente (*Dbe*) y diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), variables que resultan de rápida medición o estimación. Por otra parte, si bien las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, (*P. alba*, *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*) estas especies en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada, algunas de estas formas de crecimiento son descritas y comparadas por Fernandes (1994).

Los valores de biomasa aérea se encuentran entre los rangos reportados por otros autores para *P. pallida* (Padrón y Navarro 2004); *P. juniflora* (Birhane *et al.*, 2017). Los valores de biomasa de los individuos de menor tamaño (<2,5 cm *Dbe*) se encuentran cercanos a lo reportado por Felker *et al.*, (1989) para *P. alba* y por Aronson *et al.*, (2002) para *P. alba* y *P. chilensis*. Sin embargo, los valores de ambos estudios provienen de plantaciones de estas especies. Es importante señalar, que los valores de biomasa constituyen una aproximación a los valores reales de biomasa. Esto debido a que proviene de valores promedios de distintas funciones disponibles en la bibliografía estadísticamente seleccionadas, y no de un muestreo destructivo particular para la construcción de funciones locales de biomasa para la población en estudio. La distribución porcentual de la biomasa aérea leñosa de los individuos (29,6% corresponde al fuste, 62,4% a ramas) se encuentran entre lo reportado para el género *Prosopis* (Aronson, *et al.*, 2002; Padrón y Navarro 2004, Khan, *et al.*, 2011).

Si bien la proporción de individuos con fruto reportada es baja (8,8% de la población), la cantidad media de fruto por individuo (628 frutos) y su biomasa resultaron por sobre lo reportado en la literatura para *Prosopis alba* (e. g. Felker *et al.*, 2001 determinaron valores de Media= 0,29 kg/árbol, Mínimo= 1,9 kg/árbol y Máximo= 4,2 kg/árbol), indicando una probable sobreestimación del modelo aplicado. Si se consideran sólo los valores de frutos contados directamente (13 árboles), la media de frutos por árbol alcanza los 162,7 frutos, resultando en una biomasa de frutos de 896,5 gr por árbol, valores más cercanos a lo reportado por Felker *et al.*, (2001). Por otro lado, la producción de frutos se concentra en árboles de la Serie B, que presentan un mayor desarrollo en diámetro basal equivalente y de volumen de copa, lo cual indicaría una relación entre el tamaño de los individuos (desarrollo) y su capacidad de fructificación. Esta diferencia de tamaños de los individuos de la Serie A y B produciría la posible distorsión en el modelo aplicado, sumado a una necesidad de mayor información en la

estimación de la media del peso por fruto para la población, esto debería subsanarse con una mayor acumulación de información en el tiempo, producto de los monitoreos sucesivos y la posibilidad de obtener muestras de los frutos producidos por la población.

Los resultados indican que existe un incremento en la media del diámetro basal equivalente (0,1 cm al año) y en área basal acumulada (0,02 m<sup>2</sup> al año), pero un estancamiento en las alturas medias calculadas para la población entre los años 2022 y 2023, lo cual daría cuenta de un ligero crecimiento de los árboles estudiados. A pesar del crecimiento en estas variables, la población presenta una disminución de la biomasa para las componentes Fustes (46,9 kg), Hojas (7,4 kg) y biomasa aérea Total (67,5 kg) y un aumento en la biomasa de Ramas (31,1 kg), si bien este cambio es significativo estadísticamente, los cambios se mueven entre un 1,4 a un 5,5% de los valores inicialmente medidos para dichos componentes, por lo que resultan bajos. Estos valores deben tomarse como una referencia ya que corresponden al análisis de dos mediciones completas con alrededor de nueve meses de diferencia, por lo que una mayor acumulación de información permitiría establecer una tendencia más clara en el comportamiento de la población estudiada.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La estructura de la población estaría constituida por individuos vivos (Sólo un 30,3% están secos), jóvenes o de poco desarrollo, con un 79,0% en las clases diamétricas de menor tamaño (<5 cm), con alturas medias que no superan los 50 cm y sólo un 6,3% de los individuos de mayor tamaño (>20 cm) que pueden alcanzar hasta los 6,6 m de altura. Además, la población presentaría una alta capacidad de retoñación, tratándose en su mayoría de individuos de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales.

En virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo de los individuos en el área para construir modelos locales de biomasa, los resultados de las funciones alométricas seleccionadas entregan el valor medio de biomasa aérea más centrado en torno al promedio (dispersión < 0,5 a 1,0 desv. estándar de la media). Estas corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa y utilizan variables de rápida medición en terreno (Dbh; h, diámetro de copas, etc.), abarcando un amplio rango de especies del género *Prosopis*, con hábitos de crecimiento afines a los de la población estudiada.

La biomasa aérea total de la población alcanza 4.689,3 kg, donde los individuos vivos concentran la mayor proporción (94,3%), acumulándose, en un bajo número de individuos, (cinco árboles) de grandes dimensiones (>47 cm de diámetro), los cuales representan el 72,5% de la biomasa aérea total de la población. Con respecto a las componentes, la biomasa aérea se acumula en forma decreciente en las ramas (62,4%), el fuste (29,6%) y las hojas (8,0%), en particular, la biomasa de frutos acumulada para la población resultó de 58,8 kg, valor que podría estar sobrestimado. Para su ajuste se requiere una mayor acumulación de información en el tiempo y la posibilidad de obtener muestras de los frutos producidos por la población.

Los resultados indican un leve crecimiento en la población estudiada, expresado en un incremento en la media del diámetro basal equivalente (0,1 cm al año) y en área basal acumulada (0,02 m<sup>2</sup> al año) entre los años 2022 y 2023. A pesar de este crecimiento, se registra una disminución de la biomasa para las componentes fustes (46,9 kg), hojas (7,4 kg) y biomasa aérea total (67,5 kg) y un aumento en la biomasa de ramas (31,1 kg), presentando diferencias estadísticas para los resultados encontrados.

La continuación de los censos periódicos de la población y estimaciones de biomasa permitirán detectar de manera rápida y precisa cambios en la biomasa en la población ubicada en la quebrada de Camar, con objeto de cuantificar el uso de la biomasa leñosa, foliosa o de frutos con fines energéticos, ganaderos y alimentarios respectivamente, así como también monitorear los impactos de diferentes fenómenos climáticos o actividades productivas en el área.

## 8. REFERENCIAS

---

- Álvarez, J. A., P. E. Villagra y R. Villalba. 2011. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 262(4):637-645.
- Aronson, J.; C. Ovalle; J. Avendaño; L. Longeri y A. Del Pozo. 2002. Agroforestry tree selection in central Chile: Biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. *Agroforestry Systems*. 56:155-166.
- Baskerville, G.L., 1972. Use of Logarithmic Regression in the Estimation of Plant Biomass. *Can. J. For. Res.* 2, 49–53. doi:10.1139/x72-009
- Birhane, E.; A. C. Treydte; A. Eshete; N. Solomon y M. Hailemariam. 2017. Can rangelands gain from bush encroachment? Carbon stocks of communal grazing lands invaded by *Prosopis juliflora*. *Journal of Arid Environments*. 141:60-67.
- Cruz, G. y Tapia P. 2020. Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobo) emplazados en el Sector Camar del Borde Este del Salar de Atacama. Informe Técnico preparado para Geobiota. Santiago. 49p
- De Benitez, C.; M. Pece; M. Juárez de Galíndez y M. Acosta. 2014. Modelaje de la biomasa aérea individual y otras relaciones dendrométricas de *Prosopis nigra* Gris. en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*. 22:17-29.
- Felker, P.; P. P. Clark; J. F. Osborn y G. H. Cannell. 1982. Biomass Estimation in a Young Stand of Mesquite (*Prosopis* spp.), Ironwood (*Oheya tesota*), Palo Verde (*Cercidium floridium*, and *Parkinsonia aculeata*), and Leucaena (*Leucaena leucocephala*).35(1):3.
- Felker, P.; D. Smith; C. Wiesman y R. L. Bingham. 1989. Biomass production of *Prosopis alba* clones at two non-irrigated field sites in semiarid south Texas. *Forest Ecology and Management*. 29(3):135-150.
- Felker, P., Lopez, C., Soulier, C. Ochoa, J., Abdala, R. y Ewens, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. *Agroforestry Systems*. 53. 65-76. 10.1023/A:1012016319629.
- Fernandes, P. C. F. 1994. Comportamento silvicultural de especies de *Prosopis*, em Petrolina-pe, Regiao Semi-Árida Brasileira. Curitiba, Brasil: Universidad Federal do Parana. 126p.
- Fernandes, P. C.; E. B. de Oliveira y S. do Amaral. 1996. Equações para estimativa de biomassa de especies de *Prosopis* no semi-arido brasileiro. *Bol. Pesq. Fl. Colombo*. 32:67-79.
- Gayon, J. 2000. History of the concept of allometry. *Am. Zool.*, 40(5): 748–758.
- Geobiota 2020. Plan de Seguimiento Ambiental Biótico 2019. Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta. Preparado para SQM Salar. Santiago. Mayo, 2020. 21 pág.

Hierro, J. L.; L. C. Branch; D. Villarreal y K. L. Clark. 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentine shrubs. *Journal of Range Management*. 53(6):617-621.

Husch, B., T. W. Beers and J.A. Kershaw. 2003. *Forest Mensuration*. Fourth edition. Wiley. New York, USA. 443 p.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature*, 114: 895-896.

Iglesias, M. D. R. y A. Haydée. 2010. Estimación de la biomasa aérea de seis leguminosas leñosas del Chaco Árido (Argentina). *Ecología Austral*. 20:71-79.

Khan, D., and R. Ahmad 2011. Size-Phytomass Relations. In: *Prosopis juliflora* (Swarz.) DC. Biol. Biotech., 8 (1): 139-154.

Laar, A. van, Akça, A., 2007. *Forest mensuration*, 2. ed., completely and supplemented. ed, *Managing forest ecosystems*. Springer, Dordrecht.

Landsberg, J. J. and R. H. Waring. 1997. A generalised model of forest productivity using concepts of radiation use efficiency, carbon balance and partitioning. *Forest Ecology and Management*. 95: 209-228.

Ledesma, M.; C. A. Carranza y M. Balzarini. 2010. Estimación de la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa* mediante relaciones alométricas. *AgriScientia*. 27(2):87-96.

Ludwig, J. A.; J. F. Reynolds y P. D. Whitson. 1975. Size-biomass Relationships of Several Chihuahuan Desert Shrubs. *The American Midland Naturalist*. 94(2):451-461. University of Notre Dame.

Parresol, B. R. 2011. Additivity of nonlinear biomass equations. *Canadian Journal of Forest Research*. 31:865-878. NRC Research Press Ottawa, Canada.

Padrón E., Y R., Navarro-Cerrillo 2004. Estimation of above-ground biomass in naturally occurring populations of *Prosopis pallida* (H. & B. ex. Willd.) H.B.K. in the north of Peru. *Journal of Arid Environments* 56: 283-292.

Picard, N., Saint-André, L., Henry, M., 2012. *Manual for building tree volume and biomass allometric equations from field measurement to prediction*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 215p.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. *Mensura forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible*. IICA, BMZ/gtz. San José, Costa Rica

Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, R.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Bot.* 75(1): 1-430.

Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983, *Flora arbórea de Chile*. Ed. Universidad de Concepción 408p.

Satoo, T. y Magdwick, H.A.I. 1982. Forest biomass. Forestry Sciences. Martinus Nijhoff / Dr W. Junk Publishers. Netherlands. 135 p.

Sciammaro, Leonardo; Cristina Ferrero; Cecilia Puppo. 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. 1Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 115-123.

Sione, S., S. G. Ledesma, L. J. Rosenberger, J. D. Oszust; H. Andrade-Castañeda; G. O. Maciel, M. G. Wilson y M. C. Sasal. 2020. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. en bosques de Entre Ríos (Argentina). Agronomía & Ambiente. 40(1):63-76.

Sharifi, M. R.; E. T. Nilsen y P. W. Rundel. 1982. Biomass and Net Primary Production of *Prosopis glandulosa* (Fabaceae) in the Sonoran Desert of California. American Journal of Botany. 69(5):760-767.

Villagra, P. Cony, M. y J. Álvarez. sf. Tercer informe de avance sobre estudios e investigaciones que intentan explicar el estado actual de ejemplares de algarrobo, en una población ubicada en las proximidades del pozo CAMAR 2 de SQM, en el Salar de Atacama, Chile. Estudio dendrocronológico. Centro Científico Tecnológico - CONICET-Mendoza - Argentina. 71p.

Zuloaga, F.O.; Morrone, O. & Belgrano, M.J. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: i-xcvi + 1-3348.



## **ANEXO 1**

---

**Anexo 1.** Fecha de la medición, Hora de la medición, Coordenada X, Coordenada Y (WGS84, 19S), Árbol.

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 24-01-2023   | 15:05:00    | 598063              | 7409714             | A04          |
| 24-01-2023   | 15:26:00    | 598001              | 7409772             | A05          |
| 24-01-2023   | 15:39:00    | 597864              | 7409695             | A06          |
| 25-01-2023   | 11:07:00    | 597029              | 7409685             | A07          |
| 25-01-2023   | 11:43:00    | 597048              | 7409686             | A08          |
| 25-01-2023   | 11:54:00    | 597049              | 7409700             | A09          |
| 25-01-2023   | 12:06:00    | 597084              | 7409695             | A10          |
| 25-01-2023   | 12:23:00    | 597199              | 7409682             | A11          |
| 25-01-2023   | 10:40:00    | 597221              | 7409971             | A12          |
| 25-01-2023   | 10:29:00    | 597276              | 7409958             | A13          |
| 25-01-2023   | 10:35:00    | 597281              | 7409991             | A14          |
| 24-01-2023   | 16:15:00    | 597599              | 7409908             | A17          |
| 24-01-2023   | 16:24:00    | 597619              | 7409906             | A19          |
| 24-01-2023   | 16:26:00    | 597631              | 7409907             | A21          |
| 24-01-2023   | 16:31:00    | 597630              | 7409912             | A22          |
| 24-01-2023   | 16:36:00    | 597644              | 7409908             | A23          |
| 24-01-2023   | 16:40:00    | 597653              | 7409911             | A25          |
| 24-01-2023   | 16:45:00    | 597661              | 7409917             | A26          |
| 24-01-2023   | 16:50:00    | 597681              | 7409906             | A28          |
| 24-01-2023   | 17:04:00    | 597746              | 7409929             | A29          |
| 24-01-2023   | 17:10:00    | 597786              | 7409946             | A30          |
| 24-01-2023   | 17:13:00    | 597791              | 7409946             | A31          |
| 28-01-2023   | 10:00:00    | 598755              | 7409895             | A33          |
| 28-01-2023   | 10:26:00    | -                   | -                   | A34          |
| 28-01-2023   | 10:30:00    | 598843              | 7409921             | A35          |
| 27-01-2023   | 11:51:00    | 598727              | 7409764             | A36          |
| 27-01-2023   | 11:41:00    | 598691              | 7409764             | A37          |
| 27-01-2023   | 11:24:00    | 598674              | 7409692             | A38          |
| 27-01-2023   | 11:07:00    | 598666              | 7409695             | A39          |
| 26-01-2023   | 14:56:00    | 598572              | 7409686             | A40          |
| 26-01-2023   | 11:50:00    | 598465              | 7409673             | A41          |
| 26-01-2023   | 10:15:00    | 598402              | 7409669             | A42          |
| 26-01-2023   | 11:03:00    | 598429              | 7409729             | A43          |
| 26-01-2023   | 11:12:00    | 598449              | 7409734             | A44          |
| 26-01-2023   | 12:18:00    | 598486              | 7409743             | A45          |
| 26-01-2023   | 12:02:00    | 598490              | 7409733             | A46          |
| 27-01-2023   | 10:19:00    | 598579              | 7409754             | A47          |
| 26-01-2023   | 10:24:00    | 598313              | 7409783             | A48          |
| 26-01-2023   | 15:13:00    | 598574              | 7409679             | A49          |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 26-01-2023   | 12:38:00    | 598537              | 7409656             | A50          |
| 26-01-2023   | 11:47:00    | 598484              | 7409652             | A51          |
| 26-01-2023   | 11:45:00    | 598475              | 7409654             | A52          |
| 26-01-2023   | 10:15:00    | 598410              | 7409660             | A53          |
| 26-01-2023   | 10:08:00    | 598414              | 7409646             | A54          |
| 26-01-2023   | 9:50:00     | 598387              | 7409581             | A55          |
| 26-01-2023   | 10:03:00    | 598353              | 7409611             | A56          |
| 26-01-2023   | 10:44:00    | 598404              | 7409803             | A58          |
| 24-01-2023   | 15:36:00    | 597878              | 7409701             | A59          |
| 25-01-2023   | 12:40:00    | 597318              | 7409688             | A60          |
| 24-01-2023   | 16:54:00    | 597709              | 7409910             | A64          |
| 24-01-2023   | 16:59:00    | 597719              | 7409905             | A65          |
| 24-01-2023   | 17:00:00    | 597731              | 7409905             | A66          |
| 24-01-2023   | 17:07:00    | 597767              | 7409938             | A68          |
| 24-01-2023   | 12:35:00    | 598024              | 7409878             | A70          |
| 24-01-2023   | 15:50:00    | 597816              | 7409788             | A74          |
| 26-01-2023   | 10:28:00    | 590304              | 7409805             | AX01         |
| 25-01-2023   | 10:18:00    | 597024              | 7409944             | AX02         |
| 25-01-2023   | 10:10:00    | 597037              | 7409922             | AX03         |
| 28-01-2023   | 10:37:00    | 598922              | 7409875             | B01          |
| 28-01-2023   | 10:56:00    | 599016              | 7409889             | B02          |
| 29-01-2023   | 10:17:00    | 599711              | 7409943             | B03          |
| 29-01-2023   | 11:11:00    | 600762              | 7410289             | B04          |
| 29-01-2023   | 13:45:00    | 601423              | 7410586             | B09          |
| 29-01-2023   | 13:29:00    | 601404              | 7410509             | B10          |
| 29-01-2023   | -           | 601607              | 7410554             | B11          |
| 29-01-2023   | 13:06:00    | 601714              | 7410663             | B14          |
| 29-01-2023   | 13:02:00    | 601711              | 7410671             | B15          |
| 29-01-2023   | 12:51:00    | 601861              | 7410736             | B16          |
| 29-01-2023   | 12:34:00    | 601971              | 7410810             | B17          |
| 29-01-2023   | 12:27:00    | 602174              | 7410940             | B18          |
| 29-01-2023   | 12:14:00    | 602260              | 7411001             | B20          |
| 29-01-2023   | 11:50:00    | 602318              | 7410997             | B21          |
| 26-01-2023   | 15:31:00    | 598556              | 7409677             | C01          |
| 26-01-2023   | 14:23:00    | 598560              | 7409682             | C03          |
| 26-01-2023   | 15:19:00    | 598562              | 7409684             | C05          |
| 26-01-2023   | 15:16:00    | 598570              | 7409682             | C06          |
| 26-01-2023   | 15:25:00    | 598570              | 7409678             | C07          |
| 26-01-2023   | 15:15:00    | 598573              | 7409680             | C08          |
| 26-01-2023   | 15:28:00    | 598579              | 7409680             | C09          |
| 26-01-2023   | 14:46:00    | 598588              | 7409673             | C10          |
| 27-01-2023   | 9:38:00     | 598591              | 7409689             | C13A         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 27-01-2023   | 9:34:00     | 598585              | 7409688             | C13B         |
| 27-01-2023   | 9:43:00     | 598601              | 7409694             | C14          |
| 27-01-2023   | 9:41:00     | 598602              | 7409692             | C15          |
| 27-01-2023   | 10:44:00    | 598617              | 7409704             | C16          |
| 27-01-2023   | 10:47:00    | 598621              | 7409692             | C17          |
| 27-01-2023   | 10:49:00    | 598623              | 7409693             | C18          |
| 27-01-2023   | 10:41:00    | 598628              | 7409708             | C19          |
| 26-01-2023   | 15:52:00    | 598561              | 7409717             | C21          |
| 26-01-2023   | 15:46:00    | 598562              | 7409722             | C22          |
| 27-01-2023   | 10:16:00    | 598594              | 7409729             | C23          |
| 27-01-2023   | 10:13:00    | 598598              | 7409723             | C24          |
| 27-01-2023   | 10:10:00    | 598599              | 7409719             | C25          |
| 27-01-2023   | 10:35:00    | 598604              | 7409729             | C26          |
| 27-01-2023   | 10:07:00    | 598615              | 7409713             | C28          |
| 27-01-2023   | 10:37:00    | 598622              | 7409725             | C29          |
| 25-01-2023   | 14:27:00    | 598095              | 7409467             | C31          |
| 25-01-2023   | 14:43:00    | 598105              | 7409478             | C33          |
| 25-01-2023   | 14:58:00    | 598115              | 7409485             | C34          |
| 25-01-2023   | 14:39:00    | 598122              | 7409471             | C36          |
| 25-01-2023   | 14:55:00    | 598127              | 7409478             | C37          |
| 25-01-2023   | 15:22:00    | -                   | -                   | C39          |
| 25-01-2023   | 15:19:00    | 598127              | 7409492             | C40          |
| 25-01-2023   | 15:16:00    | 598138              | 7409484             | C41          |
| 25-01-2023   | 15:15:00    | 598138              | 7409492             | C42          |
| 25-01-2023   | 15:12:00    | 598140              | 7409485             | C43          |
| 25-01-2023   | 15:02:00    | 598145              | 7409472             | C45          |
| 25-01-2023   | 15:28:00    | 598155              | 7409498             | C46          |
| 25-01-2023   | 16:05:00    | 598185              | 7409520             | C47          |
| 25-01-2023   | 16:00:00    | 598199              | 7409553             | C49          |
| 25-01-2023   | 15:57:00    | 598156              | 7409546             | C50          |
| 25-01-2023   | 15:54:00    | 598154              | 7409531             | C51          |
| 25-01-2023   | 15:47:00    | 598133              | 7409526             | C54          |
| 25-01-2023   | 15:45:00    | 598132              | 7409524             | C55          |
| 25-01-2023   | 15:42:00    | 598131              | 7409518             | C56          |
| 25-01-2023   | 14:49:00    | 598111              | 7409504             | C58          |
| 25-01-2023   | 14:48:00    | 598112              | 7409506             | C59          |
| 25-01-2023   | 14:18:00    | 598091              | 7409491             | C60          |
| 25-01-2023   | 15:25:00    | 598148              | 7409490             | C61          |
| 26-01-2023   | 15:44:00    | 598559              | 7409716             | C66          |
| 26-01-2023   | 15:48:00    | 598566              | 7409726             | C67          |
| 27-01-2023   | 10:30:00    | 598601              | 7409739             | C69          |
| 27-01-2023   | 9:46:00     | 598601              | 7409696             | C71          |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 26-01-2023   | 15:59:00    | 598578              | 7409725             | C72          |
| 25-01-2023   | 14:22:00    | 598102              | 7409485             | C74          |
| 25-01-2023   | 14:25:00    | 598097              | 7409481             | C75          |
| 25-01-2023   | 14:45:00    | 598102              | 7409486             | C76          |
| 25-01-2023   | 14:13:00    | 598099              | 7409489             | C77          |
| 26-01-2023   | 11:57:00    | 598468              | 7409680             | C78          |
| 26-01-2023   | 11:55:00    | 598467              | 7409680             | C79          |
| 29-01-2023   | 10:58:00    | 599663              | 7409954             | D01          |
| 28-01-2023   | 12:07:00    | 599299              | 7409921             | D02          |
| 28-01-2023   | 12:05:00    | 599296              | 7409926             | D03          |
| 28-01-2023   | 11:58:00    | 599278              | 7409955             | D04          |
| 28-01-2023   | 11:51:00    | 599276              | 7409967             | D05          |
| 28-01-2023   | 11:48:00    | 599282              | 7410002             | D06          |
| 28-01-2023   | 11:39:00    | 599228              | 7410004             | D07          |
| 28-01-2023   | 11:31:00    | 599204              | 7409971             | D08          |
| 28-01-2023   | 11:24:00    | 599071              | 7409990             | D09          |
| 27-01-2023   | 13:54:00    | 598693              | 7409628             | D11          |
| 27-01-2023   | 14:18:00    | 598711              | 7409684             | D12          |
| 26-01-2023   | 15:56:00    | 598573              | 7409717             | D13          |
| 27-01-2023   | 9:51:00     | 598602              | 7409714             | D14          |
| 27-01-2023   | 10:00:00    | 598610              | 7409710             | D15          |
| 26-01-2023   | 15:40:00    | 598563              | 7409707             | D16          |
| 26-01-2023   | 15:37:00    | 598540              | 7409680             | D17          |
| 26-01-2023   | 12:59:00    | 598581              | 7409641             | D18          |
| 26-01-2023   | 12:58:00    | 598563              | 7409622             | D19          |
| 26-01-2023   | 12:55:00    | 598552              | 7409627             | D20          |
| 26-01-2023   | 12:48:00    | 598539              | 7409628             | D21          |
| 26-01-2023   | 12:43:00    | 598532              | 7409628             | D22          |
| 26-01-2023   | 12:51:00    | 598523              | 7409610             | D23          |
| 25-01-2023   | 15:32:00    | 598162              | 7409500             | D25          |
| 25-01-2023   | 14:37:00    | -                   | -                   | D26          |
| 24-01-2023   | 12:21:00    | 598055              | 7409880             | D28          |
| 24-01-2023   | 12:07:00    | 598108              | 7409901             | D29          |
| 24-01-2023   | 12:00:00    | 598086              | 7409863             | D30          |
| 24-01-2023   | 11:37:00    | 598078              | 7409797             | D31          |
| 27-01-2023   | 11:37:00    | 598693              | 598693              | D34          |
| 27-01-2023   | 11:33:00    | 598658              | 7409719             | D35          |
| 28-01-2023   | 11:56:00    | 599274              | 7409966             | D36          |
| 28-01-2023   | 11:35:00    | 599229              | 7409983             | D37          |
| 24-01-2023   | 14:47:00    | 598117              | 7410182             | D39          |
| 24-01-2023   | 14:53:00    | 598120              | 7410207             | D42          |
| 24-01-2023   | 14:56:00    | 598118              | 7410214             | D43          |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 24-01-2023   | 12:47:00    | 598190              | 7409868             | D45          |
| 26-01-2023   | 12:45:00    | 598523              | 7409640             | D46          |
| 26-01-2023   | 12:32:00    | 598514              | 7409664             | D47          |
| 27-01-2023   | 11:29:00    | 598679              | 7409708             | D48          |
| 27-01-2023   | 14:14:00    | 598730              | 7409641             | D49          |
| 27-01-2023   | 14:08:00    | 598745              | 7409636             | D50          |
| 27-01-2023   | 14:26:00    | 598761              | 7409663             | D51          |
| 27-01-2023   | 14:25:00    | 598759              | 7409670             | D52          |
| 27-01-2023   | 14:29:00    | 598794              | 7409664             | D53          |
| 27-01-2023   | 14:31:00    | 598824              | 7409682             | D54          |
| 27-01-2023   | 14:37:00    | 598813              | 7409699             | D55          |
| 27-01-2023   | 14:34:00    | 598829              | 7409708             | D56          |
| 28-01-2023   | 11:43:00    | 599249              | 7409975             | D58          |
| 29-01-2023   | 13:10:00    | 601645              | 7410609             | D59          |
| 28-01-2023   | 12:01:00    | 599289              | 7409931             | D60          |
| 28-01-2023   | 10:49:00    | 598985              | 7409861             | D61          |
| 27-01-2023   | 14:17:00    | 598742              | 7409655             | D62          |
| 27-01-2023   | 13:07:00    | 598710              | 7409627             | D63          |
| 28-01-2023   | 11:11:00    | 599100              | 7409866             | D64          |
| 28-01-2023   | 11:16:00    | 599075              | 7409956             | D65          |
| 28-01-2023   | 11:17:00    | 599083              | 7409878             | D66          |
| 24-01-2023   | 14:34:00    | 598108              | 7410168             | D68          |
| 24-01-2023   | 13:25:00    | 598138              | 7409963             | D69          |
| 24-01-2023   | 12:55:00    | 598183              | 7409954             | D70          |
| 28-01-2023   | 11:07:00    | 599082              | 7409875             | D71          |
| 28-01-2023   | 10:53:00    | 599014              | 7409863             | D72          |
| 28-01-2023   | 10:51:00    | 598994              | 7409858             | D73          |
| 28-01-2023   | 10:46:00    | 598941              | 7409855             | D74          |
| 26-01-2023   | 11:59:00    | 598487              | 7409691             | D75          |
| 26-01-2023   | 12:35:00    | 598500              | 7409657             | D76          |
| 27-01-2023   | 14:00:00    | 598703              | 7409634             | D77          |

## **ANEXO 2**

---

**Anexo 2.** Modelos de regresión utilizados para determinar la biomasa aérea de árboles del género *Prosopis* por componentes (Fuste, Ramas, Hojas) y total.

| N° | Modelo  | Coefficientes                                 | Variables<br>Predictoras |
|----|---|---|--------------------------|
| 1  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 2  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^{0,5}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 3  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 4  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^3$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 5  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^{0,5}$                                 | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 6  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 7  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^3$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 8  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                                   | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 9  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 10 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 11 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D^2}$                                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 12 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 D + \beta_3 \frac{1}{D^2}$     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D$                      |
| 13 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 14 | $Y = \beta_0 + \beta_1 DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 15 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 16 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 17 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 H + \beta_3 D^2 H$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                   |
| 18 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H + \beta_2 D^2 H^2 + \beta_3 H^3 + \beta_4 D^2$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ | $D, H$                   |
| 19 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3 + \beta_3 H + \beta_3 \frac{1}{H}$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                   |
| 20 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 21 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$                                     | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 22 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 23 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 \ln D$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 24 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 \ln D$                               | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 25 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H$                           | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D, H$                   |
| 26 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |

Donde  $Y$  = Variable dependiente (Peso seco fuste, Peso seco ramas, Peso seco hojas, Peso seco corteza, Peso seco total.);  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  = Coeficientes del modelo;  $D$  = Diámetro basal;  $H$  = Altura del vástago. Fuente: Modificado de Prodan *et al.*, 1997; Husch, 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012.



## **ANEXO 3**

---

**Anexo 3.** Listado de modelos de regresión para la estimación de biomasa probados en el estudio. Est. Corresponde a la estimación, donde BAL=Biomasa aérea leñosa, BAT=Biomasa aérea total, BH= Biomasa de hojas, BR=Biomasa de ramas, BT=Biomasa total, BFV= Biomasa de fustes vivos, BFM=Biomasa de fustes muertos, BST=Biomasa subterránea total. Y= Variable a predecir, donde DW=Peso seco, POR=Porcentaje, FW=Peso fresco, X1, X2, X3 corresponde a variables predictoras donde Media\_db=Valor medio de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), Dbe\_d0.3=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.3 m de altura (cm), Dbe\_d0.1=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), ht= Altura total (m), dc=diámetro de copa (m), max\_h=Altura máxima (m), cw90= Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido (m), mcw= Corresponde al diámetro más largo de la copa (m), Vc= Volumen de copa (m<sup>3</sup>), Ac=Área de copa (m<sup>2</sup>), AB\_db=Área basal de los diámetros medidos a 0,1 m (m<sup>2</sup>); a, b, c, d son coeficientes del modelo de regresión; Especie= Corresponde a la especie para la cual fue construido el modelo de estimación de biomasa; Fuente bibliográfica= Corresponde a la publicación de donde se obtuvo el modelo en donde se incluye al Mesquite que corresponde a un tipo vegetacional conformado por varias especies del género *Prosopis*.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | A      | b | c | d | Modelo     | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|--------|---|---|---|------------|----------------------|------------------------|
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1432 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0901 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1074 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3415 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3269 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1034 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1820 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1382 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1990 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3835 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3913 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1583 | - | - | - | $Y=a*X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | A       | b             | c             | d             | Modelo                               | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|---------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2534  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3093  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4332  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4291  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | dc | 0.07977 | 1.131.6<br>17 | 0.49531<br>81 | 1.480<br>.073 | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))*(X3^d)$ | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | -  | -  | 0.03569 | 2.374.8<br>69 | -             | -             | $Y=(a*X1^b)$                         | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | ht       | -  | -  | 12.304  | 1.362.8<br>72 | -             | -             | $Y=a*exp(b*log(X1)^2)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | dc       | -  | -  | 0.02391 | 6.749.4<br>43 | -             | -             | $Y=a*X1^b$                           | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | -  | 0.06211 | 1.431.7<br>73 | 1.491.2<br>06 | -             | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))^2$      | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1515  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0996  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1296  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3589  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3604  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1109  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1925  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1530  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2383  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4031  | -             | -             | -             | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | A      | b    | c    | d | Modelo                           | Especie             | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|--------|------|------|---|----------------------------------|---------------------|------------------------|
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4308 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. pallida</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1708 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. velutina</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2680 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. alba</i>      | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3416 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. chilensis</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4552 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. juliflora</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4721 | -    | -    | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. pallida</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.43  | 2.18 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.32  | 1.85 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 5.84   | 2.85 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | Vc       | -  | -  | 5.75   | 1.98 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.08  | 2.68 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | 106    | 1.76 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 220.83 | 3.78 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | Vc       | -  | -  | 373.91 | 1.75 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 6.24   | 2.63 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | Vc       | -  | -  | 4.52   | 0.98 | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | mcw      | ht | -  | 5.16   | 1.98 | 3.25 | - | $\log Y=a+b*\log(X1)+c*\log(X2)$ | <i>P. flexuosa</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 208.02 | 3.60 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>  | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | Vc       | -  | -  | 70.91  | 0.99 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>  | Hierro et al., 2000    |

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | A       | b       | c | d | Modelo                      | Especie                 | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|---------|---------|---|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0295  | 2.67    | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0928  | 2.38    | - | - | $Y=a*X1*X2^b$               | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0877  | 2.30    | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.4891  | 17.029  | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | -29.255 | 2.426   | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0645  | 2.47    | - | - | $Y=a*X1*X2^b$               | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 665.541 | 0.05796 | - | - | $Y=a+b*(X1^2)*X2$           | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BAT  | FW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 751.691 | 0.08732 | - | - | $Y=a+b*(X1^2)*X2$           | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BF   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 481.442 | -0.3691 | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 501.114 | -0.8827 | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 5.27    | 0.88    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 219.94  | 0.84    | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 3.19    | 0.88    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 61.99   | 0.61    | - | - | $Y=a*X1^b$                  | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -1.26   | 1.96    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.63   | 2.23    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.06   | 2.09    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -3.26   | 2.32    | - | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$       | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 13.371  | 2.234   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>    | Sharifi et al., 1982    |

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | A             | b       | c      | d | Modelo  | Especie              | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|---------------|---------|--------|---|---|----------------------|-------------------------|
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.018         | 1.166   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.182         | 0.060   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 3.641         | 1.713   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 2.994         | 1.671   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 1.533.0<br>75 | -0.4076 | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 649.092       | 10.450  | 0.0300 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 578.171       | 19.665  | 0.0904 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 74.888        | 2.519   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 66.134        | 2.676   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 69.205        | 2.455   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 15.265        | 2.301   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.04          | 1.740   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.011         | 1.534   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.001         | 2.130   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.002         | 1.84    | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.1355        | 23.222  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.0846        | 20.959  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2826        | 13.679  | 30.781 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2462        | 12.432  | 22.811 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |

| Est. | Y  | X1          | X2 | X3 | A       | b      | c      | d | Modelo                | Especie                                   | Fuente bibliográfica     |
|------|----|-------------|----|----|---------|--------|--------|---|-----------------------|---|--------------------------|
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.558   | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ P. chilensis</i>              | Felker et al., 1982      |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.11    | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0039)</i>                     | Felker et al., 1982      |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.31    | -1.13  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0163)</i>                     | Felker et al., 1982      |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 1.43    | -0.48  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. chilensis (0009)</i>                | Felker et al., 1982      |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.74    | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. glandulosa var rorreyana (0001)</i> | Felker et al., 1982      |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | -  | -  | 979.663 | 62.811 | 0.4963 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$     | <i>P. nigra</i>                           | de Benitez et al., 2014  |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | ht | -  | 320.443 | 0.0545 | -      | - | $Y=a+b*X1*X2$         | <i>P. nigra</i>                           | de Benitez et al 2014    |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -175.09 | 18.15  | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. flexuosa</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -53.75  | 0.48   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. flexuosa</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.34   | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*X1^2*ht$       | <i>P. flexuosa</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.4    | 02.07  | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. flexuosa</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -46.16  | 6.87   | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. torquata</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -6.04   | 0.22   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. torquata</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.22   | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*(X1^2)*ht$     | <i>P. torquata</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.71   | 1.97   | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. torquata</i>                        | Iglesias y Haydée., 2010 |
| BT   | FW | AB_db       | -  | -  | 0.342   | -0.379 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ P. chilensis</i>              | Felker et al., 1982      |
| BT   | FW | log(AB_db)  | -  | -  | 1.29    | -0.882 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ P. chilensis</i>              | Felker et al., 1982      |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.58    | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ P. chilensis</i>              | Felker et al., 1982      |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 11.60   | -1.23  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ P. chilensis</i>              | Felker et al., 1982      |

| Est. | Y  | X1     | X2 | X3 | A       | b       | c | d | Modelo                      | Especie  | Fuente bibliográfica |
|------|----|--------|----|----|---------|---------|---|---|-----------------------------|--|----------------------|
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 0.341   | -0.965  | - | - | $Y=a*X1+b$                  | <i>P. alba/ P. chilensis</i>                     | Felker et al., 1982  |
| BT   | FW | Vc     | -  | -  | 0.00302 | -0.974  | - | - | $Y=a*X1+b$                  | <i>P. alba/ P. chilensis</i>                     | Felker et al., 1982  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 25.746  | -11.029 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                       | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 22.902  | -0.9552 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                       | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 22.380  | -0.9648 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa<br/>Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 25.655  | -10.535 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa<br/>Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 25.440  | 11.258  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa<br/>Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 22.316  | -0.9142 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa<br/>Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 25.932  | -11.323 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                        | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 23.680  | 10.997  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                        | Felker et al., 1989  |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 12.43   | 2.283   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                             | Sharifi et al., 1982 |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 13.65   | 2.380   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                             | Sharifi et al., 1982 |
| BH   | DW | Ac     | -  | -  | 3       | 60      | 4 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$           | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Ac     | -  | -  | 94      | 136     | - | - | $Y=a+b*X1^2$                | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Ac     | -  | -  | 138     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Ac     | -  | -  | 287     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Ac     | -  | -  | 220     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BH   | DW | Vc     | -  | -  | 79      | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Vc     | -  | -  | 1386    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                             | Ludwig et al., 1975  |



| Est. | Y  | X1       | X2       | X3 | A      | b     | c    | d | Modelo                            | Especie              | Fuente bibliográfica |
|------|----|----------|----------|----|--------|-------|------|---|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| BFM  | DW | Vc       | -        | -  | 1313   | -     | -    | - | $Y=a*X1$                          | <i>P. glandulosa</i> | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Vc       | -        | -  | 2778   | -     | -    | - | $Y=a*X1$                          | <i>P. glandulosa</i> | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Vc       | -        | -  | 2130   | -     | -    | - | $Y=a*X1$                          | <i>P. glandulosa</i> | Ludwig et al., 1975  |
| BF   | DW | Dbe_d1.3 | ht       | -  | -4.32  | -0.07 | 1.20 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X1^2)*X2)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | ht       | DMC_d0.3 | -  | -1.92  | 0.24  | 1.26 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | Dbe_d0.3 | -        | -  | -2.12  | 1.85  | 0    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | ht       | DMC_d1.3 | -  | -7.64  | 0.30  | 1.74 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X2^2)*X1)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbe_d1.3 | -        | -  | -6.30  | 3.45  | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbe_d0.3 | -        | -  | -10.32 | -0.08 | 5.34 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |

## **ANEXO 4**

---

# **Protocolo de inventario estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobos) emplazados en la quebrada de Camar, borde Este del Salar de Atacama.**

**ENERO 2023**

**Gustavo Cruz M., Patricio Tapia A.**

## **1. INTRODUCCIÓN**

---

El protocolo tiene por objeto definir la metodología de levantamiento de información en terreno en el marco del estudio “Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobos) emplazados en el Sector Camar, del Borde Este del Salar de Atacama”. Preparado para Geobiota. El estudio busca estimar la biomasa de una población de *Prosopis alba* (algarrobo) ubicada en las inmediaciones del Pozo Camar 2, en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta, a partir del uso de funciones de biomasa por componentes publicadas en la literatura especializada y que sean adaptables a estas poblaciones de la zona norte del país. Esto en virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo semidestructivo de los individuos con el fin de elaborar funciones locales de biomasa aérea.

## **2 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA MEDICIÓN**

---

- **Forcípula.** Para diámetros mayores a 5 cm
- **Pie de metro.** Para diámetros entre 2,5 y 5 cm.
- **Huíncha de medir (30 m) o distanciómetro (Vertex).** Medición de altura y radios de copa
- **Clinómetro o vara graduada.** Medición de alturas
- **Cubo.** Cubo construido con tubos de PVC de 0,25 cm de lado, para la estimación de la cantidad de frutos.
- **Brújula.** Exposiciones y ángulos.
- **GPS.** Orientación y posicionamiento.
- **Cámara fotográfica.** Para el registro fotográfico de cada individuo.

## **3 ELEMENTOS PARA EL REGISTRO DE LAS VARIABLES A MEDIR.**

---

Para el registro de las variables a medir en terreno se requiere lápiz y formularios de terreno (ver Anexo 1), además de una cámara fotográfica.

### 3.1 VARIABLES DE UBICACIÓN Y REGISTRO

---

Las variables de ubicación y registro son las siguientes:

- **Cuadrilla:** Nombre y apellido de los evaluadores
- **Fecha:** Fecha de la medición en formato Día/mes/año
- **Hora:** Hora en la que se realiza el levantamiento en formato de 24 horas
- **Árbol:** Corresponde al código asignado en las evaluaciones previas por Geobiota.
- **Nfoto:** Corresponde al número de foto del registro fotográfico en la campaña de terreno actual.
- **dfoto:** Distancia a la cual fue tomada la fotografía (en metros), se sugiere tomar las fotografías siempre a la misma distancia.
- **CoordenadaX:** Corresponde a la coordenada Este en formato UTM.
- **CoordenadaY:** Corresponde a la coordenada Norte en formato UTM.
- **Observación:** Corresponde a cualquier observación relevante sobre la medición o el estado en que se encuentra el individuo, que no esté incluida en el formulario.

### 3.2 VARIABLES DEL INDIVIDUO

---

**Diámetro máximo de la copa:** Corresponde al diámetro más largo de la copa.

**Código:** mcw

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



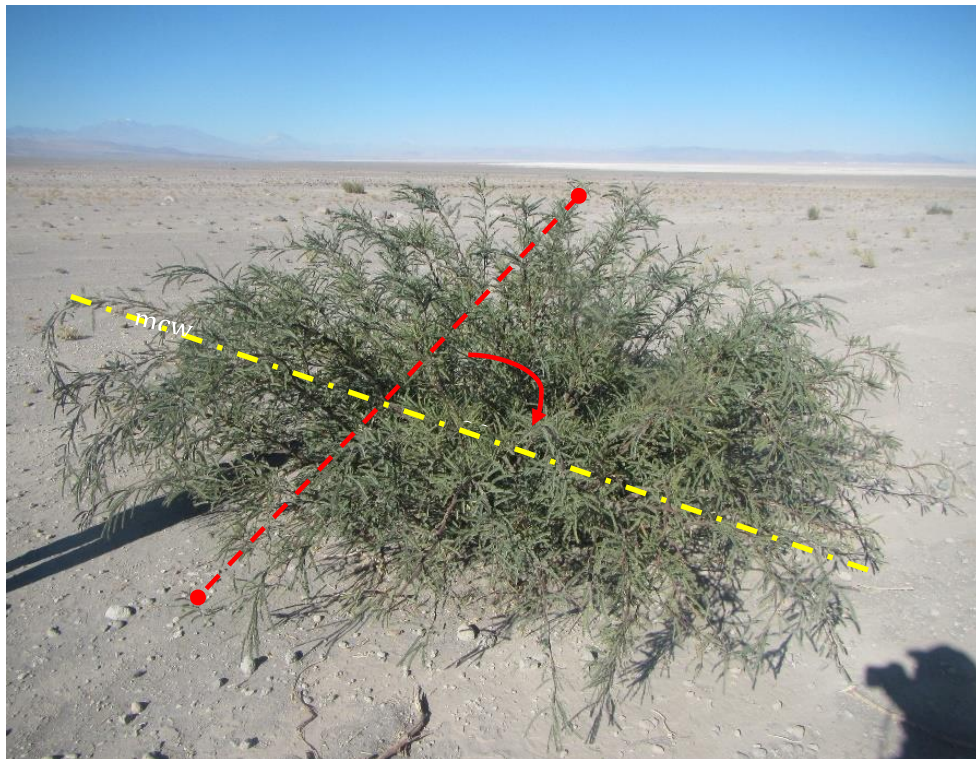
**Figura 1.** Como lo indica la línea roja, el diámetro máximo de la copa (*mcw*) corresponde a la sección transversal más larga de la copa. Para su medición se debe usar la huincha de medir, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Diámetro de copa a los 90° del mcw:** Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo (mcw).

**Código:** cw90

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Brújula y Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



**Figura 2.** Como lo indica la línea roja, el diámetro de copa a los 90° del mcw (*cw90*) corresponde a la sección transversal que se encuentra a 90° del diámetro máximo de la copa (línea amarilla). Para su medición se debe usar en primer lugar, la brújula para determinar los 90° del diámetro máximo de copa (*mcw*) y la huincha de medir, registrando su amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

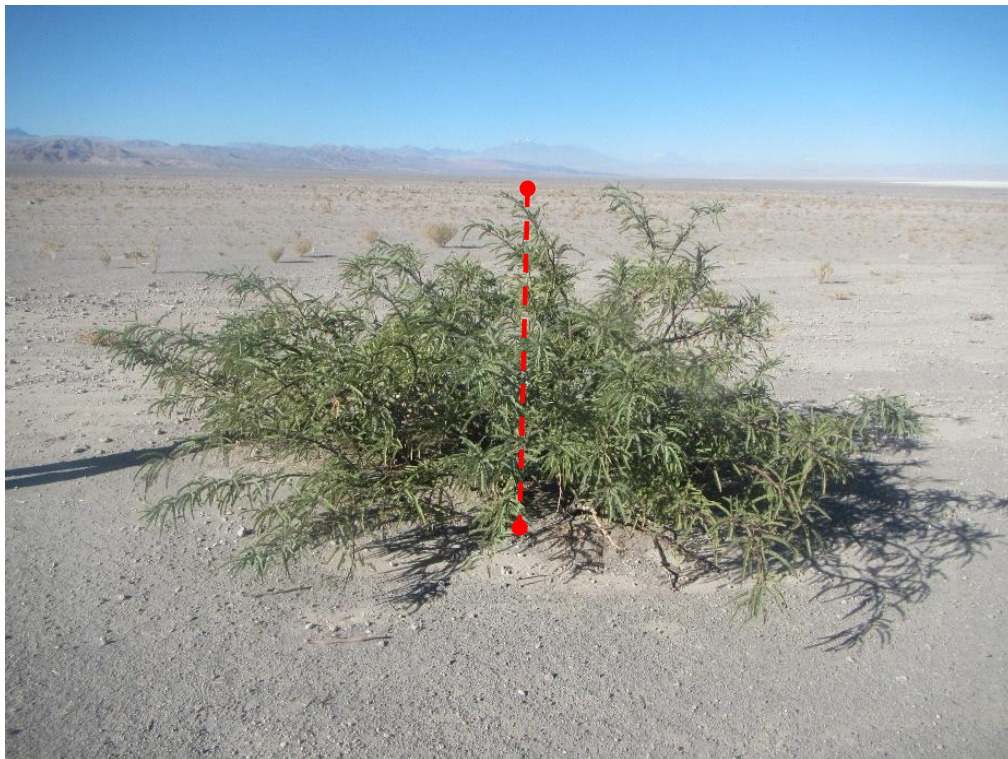


**Altura total:** Altura total del individuo, corresponde a la altura máxima alcanzada por los fustes del individuo.

**Código:** ht

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.



**Figura 3.** Como lo indica la línea roja, la altura total del individuo (*ht*) corresponde a la sección vertical, más larga de la copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Fuste libre de ramas:** Largo del fuste que se encuentra libre de ramas, en caso de que la copa del árbol comience a partir del suelo se debe registrar con valor cero (0).

**Código:** FLR

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.



**Figura 5.** Como lo indica la línea roja, el Fuste libre de ramas corresponde a la sección vertical que va desde el suelo hasta la primera rama que constituye copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.



**Número de vástagos menores a 2,5 cm:** Corresponde al número de vástagos menores a 2,5 cm que salen desde la base (10 cm del suelo), segregados según clase de vigor.

**Código:** nd(<2.5)

**Unidad de medida:** unidad

**Instrumento de medición:** No se utiliza.



**Figura 4.** La figura muestra un individuo de poco tamaño, en donde los diámetros basales de los vástagos (diámetros medidos a 10 cm del suelo) no superan los 2,5 cm. En este caso se deben contabilizar y segregar según vigor la cantidad de vástagos, registrándolos en la casilla correspondiente del formulario. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste va

entre un 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Cantidad de frutos:** Contar la cantidad de frutos en el individuo para cada exposición de la copa.

**Código:** Frutos

**Unidad de medida:** Cantidad

**Instrumento de medición:** Cubo 0,25 m de lado, en los casos necesarios.

Se debe evaluar si el individuo presenta frutos y la cantidad de estos. Para ello se deben contar en cada una de las exposiciones de la copa, la cantidad de vainas que presente el individuo y se deben registrar en la casilla correspondiente del formulario. En el caso de que las vainas sean más de 50 por exposición, se debe realizar una estimación, contando las vainas contenidas en un cubo de 0,25 m de lado el cual se debe introducir en un punto aleatorio en cada exposición de la copa y se debe registrar en la casilla correspondiente del formulario.

#### 4 REGISTRO DE VÁSTAGOS DEL INDIVIDUO

---

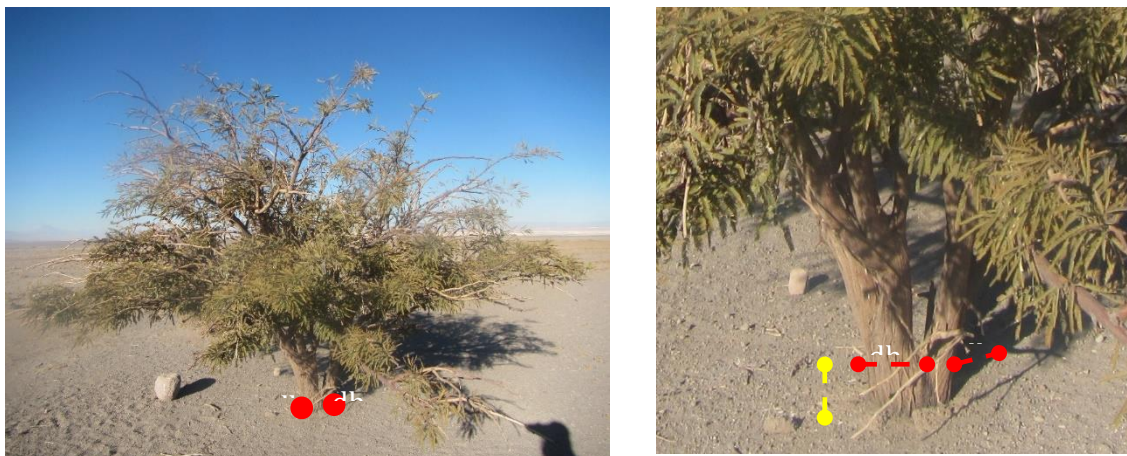
**Diámetros basales.** Corresponden a todos los diámetros ( $>2,5$  cm), medidos en la base del fuste (10 cm del suelo).

**Código:**  $db_i$ , Para diámetros de  $i$  hasta  $n$

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

Los diámetros basales deben ser marcados, en aquellos casos que sea posible, a la altura de la medición (10 cm del suelo) para realizar medidas posteriores en la misma posición del árbol. La marca idealmente debe realizarse con pintura que no afecte el crecimiento del árbol y que persista en el tiempo al menos una temporada de medición.



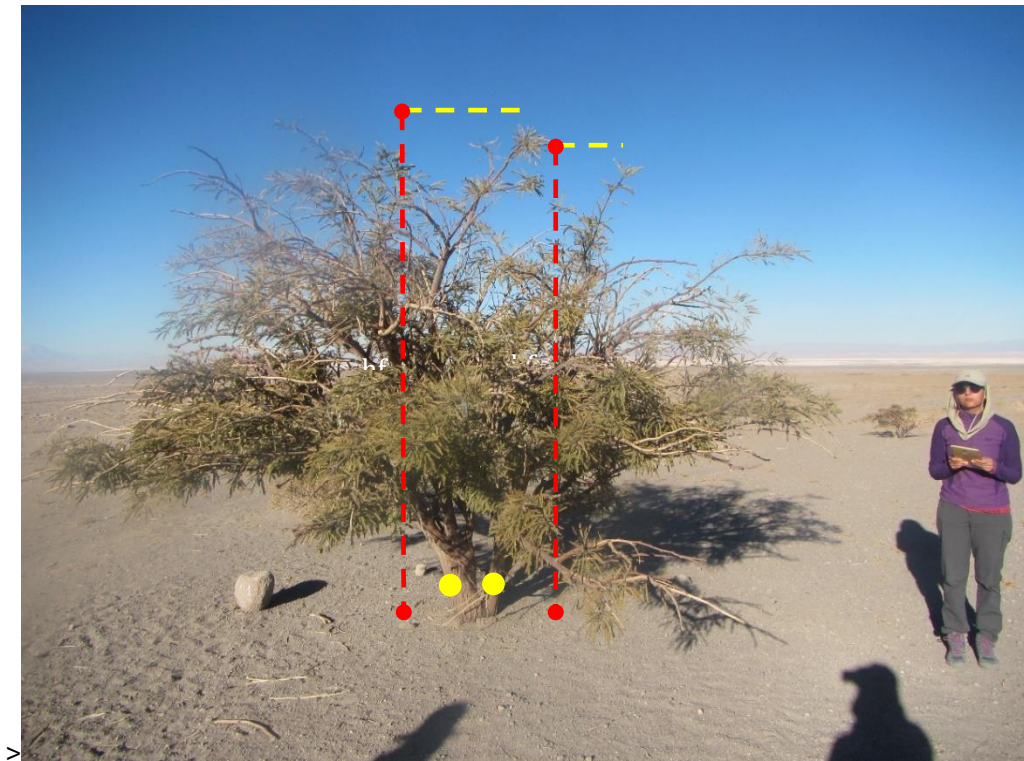
**Figura 6.** En la figura de la izquierda, los puntos rojos individualizan los diámetros basales (en este caso son dos,  $db_1$  y  $db_2$ ), los cuales se considerarán los fustes del individuo. En la figura de la derecha se aprecia que cada diámetro basal corresponde a la sección transversal del fuste (línea roja), la cual se encuentra a 10 cm del suelo (línea amarilla). Para su medición se debe usar forcípula en los diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en los diámetros entre 2,5 y 5 cm. Para los diámetros menores a 2,5 cm, sólo se registrará el número de vástagos en al casilla  $nd(<2,5)$  (Ver punto 3.2). La amplitud de los diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario.

**Largo del fuste:** Se debe medir el largo del fuste desde la base hasta el ápice o extremo superior para el  $db_i$

**Código:**  $hf_i$ , Para diámetros basales  $i$ .

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** huincha de distancia o vara graduada.



**Figura 7.** El largo del fuste corresponde a la distancia medida entre el suelo y el ápice o extremo superior de cada fuste. En el caso de la fotografía, se identificaron dos fustes relacionados al los diámetros basales  $db_1$  y  $db_2$  (puntos en color amarillo). Para cada fuste se debe registrar en cm, su largo  $hf_1$  y  $hf_2$  respectivamente, en la casilla correspondiente del formulario.

**Vigor:** Corresponde a una estimación cualitativa del vigor del fuste.



**Código:** V

**Unidad de medida:** S=Seco, MD= Muy débil, D=Débil, N= Normal, EV= Excepcionalmente vigoroso

**Instrumento de medición:** no se utiliza.



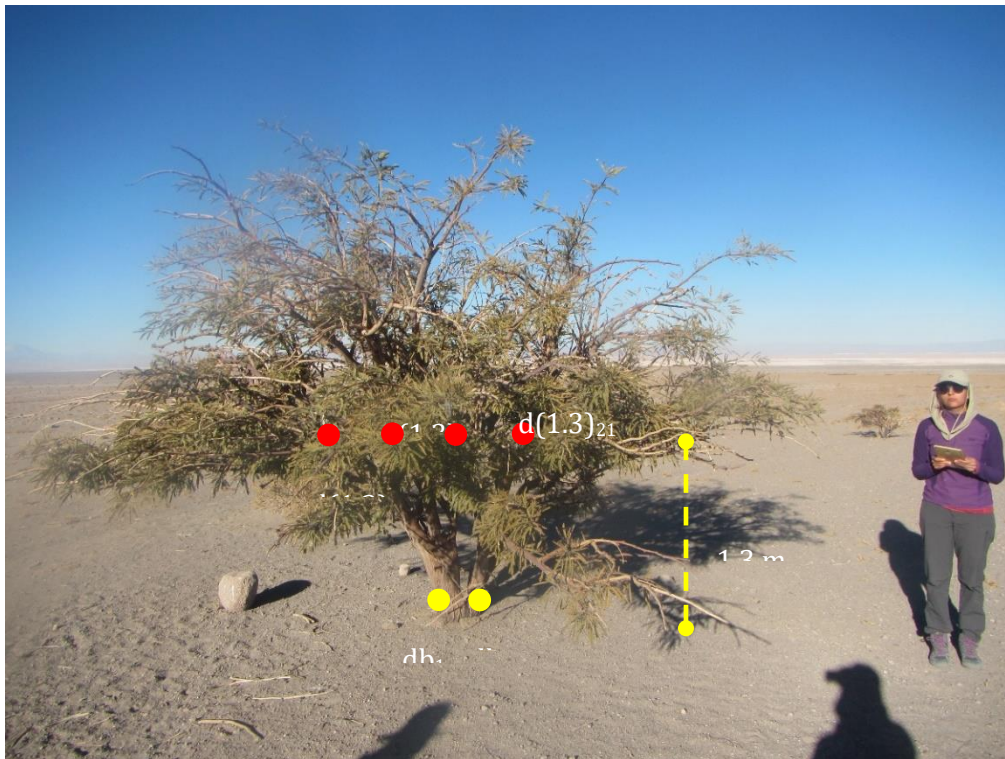
**Figura 8.** Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Diámetro a la altura del pecho:** Diámetro de fustes medido a 1.3 m del suelo, para fustes con diámetros basales mayores a 2,5 cm.

**Código:**  $d(1.3)_{ij}$ , Sólo para diámetros basales  $i$  con diámetro a la altura del pecho  $j$

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.



**Figura 9.** Los puntos rojos individualizan los diámetros a la altura del pecho (en este caso son 4,  $d(1.3)_{11}$ ,  $d(1.3)_{12}$ ,  $d(1.3)_{13}$ ,  $d(1.3)_{21}$ ), cada diámetro a la altura del pecho debe estar relacionado a alguno de los diámetros basales definidos en el punto anterior, en este caso  $db_1$  y  $db_2$ , (puntos de color amarillo). Cada diámetro a la altura del pecho, corresponde la sección transversal del fuste, la cual se encuentra a una altura de 1,3 m del suelo (línea amarilla). Idealmente para su medición se debe usar forcípula en diámetros mayores a 5 cm y pie de

metro en diámetros entre 2,5 y 5 cm. La amplitud del diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario (casilla  $d(1.3)_{ij}$  con  $i, j$  desde 1 a 15).

## **Apéndice A. Formulario de medición**



| Variables de ubicación y registro  |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|----|-------------------|----------|----------|-------------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Cuadrilla                          |    |                   |          |          | Fecha       | / /  |      | Hora |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Árbol                              |    |                   |          |          | CoordenadaX |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nfoto                              |    | dfoto             |          |          | CoordenadaY |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Variables del individuo            |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| mcw                                |    | (S) Seco          | nd(<2.5) |          | Frutos      |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| cw90                               |    | (MD) Muy debil    |          |          | N           | Med. | Est. |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ht                                 |    | (D) Debil         |          |          | E           |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FLR                                |    | (N) Normal        |          |          | S           |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    | (EV) Ex. Vigoroso |          |          | O           |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Registro de vástagos del individuo |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    | Db | hf                | V        | d(1.3)ij |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          | j        |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| i                                  |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 2 Informe estimación de biomasa abril 2023

**Estimación biomasa de una población del género *Prosopis*  
(algarrobo) emplazada en la quebrada de Camar, Borde  
Este del Salar de Atacama**



**Informe técnico**

**Segundo trimestre PdC acción 24 Salar de Atacama Abril 2023.**

**Preparado para Geobiota**

Gustavo Cruz M.

Patricio Tapia A.

Santiago, Chile

Junio 2023

## TABLA DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>ii</b> |
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3 MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>  | <b>4</b>  |
| 3.1 Caracterización de la población .....   | 4         |
| 3.2 Estimación de la biomasa aérea para la población del género <i>Prosopis</i> ..... | 4         |
| 3.3 Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población .....          | 6         |
| 3.4 Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población .....   | 7         |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>   | <b>8</b>  |
| 4.1 Censo de la población del género <i>Prosopis</i> .....                            | 8         |
| 4.2 Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie A .....                    | 10        |
| 4.3 Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie B .....                    | 12        |
| 4.4 Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie C.....                     | 14        |
| 4.5 Censo de la población del género <i>Prosopis</i> Serie D .....                    | 16        |
| 4.6 Funciones de biomasa aérea seleccionadas .....                                    | 18        |
| 4.7 Determinación de la biomasa aérea de la población .....                           | 18        |
| 4.8 Cambio en las existencias de la población .....                                   | 20        |
| <b>5 DISCUSION.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>7 REFERENCIAS.....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Anexo 1.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>Anexo 2.....</b>   | <b>49</b> |
| <b>8 Introducción.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>9 Instrumentos necesarios para medición .....</b>                                  | <b>1</b>  |
| <b>10 Elementos para el registro de las variables a medir.....</b>                    | <b>1</b>  |
| 3.1 Variables de ubicación y registro .....   | 2         |
| 3.2 Variables del individuo.....  | 3         |
| <b>11 4 Registro de vástagos del individuo .....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>Anexo 3.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>Anexo 4.....</b>   | <b>53</b> |

## RESUMEN

---

Se estimaron las existencias y cambios en la biomasa aérea por componente de una población de árboles del género *Prosopis* sp. ubicada en la quebrada de Camar, Región de Antofagasta, segregada en cuatro Series (A, B, C y D). La estimación de la biomasa aérea por componente, correspondiente a abril de 2023, se realizó a partir de un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento (255 individuos), siendo posible a la fecha medir 189 árboles, los individuos restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz, siendo imposible su medición en terreno.

Las mediciones en los árboles registraron distintas variables dendrométricas (Diámetro máximo de la copa, Diámetro de copa a los 90°, Altura total de los individuos, Diámetro basal, Diámetro a la altura del pecho, Largo del vástago), las cuales se incorporaron en modelos de regresión obtenidos de la literatura, considerando sus características de hábito de crecimiento y vitalidad. Además, los parámetros dendrométricos y de biomasa obtenidos se compararon con información disponible de mediciones anteriores (noviembre 2020, abril 2022, enero 2023).

A nivel de población un 73,0% de los árboles medidos, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. La mayor parte de los individuos (82,0%) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor diámetro (> 20,0 cm) sólo representan el 7,4% del total y pueden alcanzar en promedio hasta los 7,0 m de altura. Predominan los individuos plurifustales, (más de un vástago) cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 32 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 2,85 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 72,4 % de esta lo acumulan seis individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm). El promedio de las áreas de la copa de los individuos fluctúa entre 0,05 y 55,8 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

A nivel de serie, un 60,7%; 81,8%; 71,4% y un 83,3% de los árboles medidos de la Serie A, B, C y D respectivamente, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. Para la Serie A, C y D, predominan (53,5%; 69,6%; 63,6%, respectivamente) las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm para la serie A y los 10 cm para las series C y D. Por el contrario, en la serie B predominan las clases diamétricas de mayor tamaño (> 7,5 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 82 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 7 m. En todas las series predominan los individuos plurifustales, alcanzando medias de van desde los 2 hasta los 30,4; 46,5; 21,6 y 8,6 vástagos por individuo para las series A, B, C y D respectivamente. Las áreas basales

acumuladas son por lo general bajas, registrando valores de 0,731; 0,061 y 0,052 m<sup>2</sup> para las series A, C y D respectivamente, sólo la serie B presenta un valor más alto de área basal acumulada, alcanzado los 2,010 m<sup>2</sup>, en donde el 94,9 % de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño ( $Db \geq 60$  cm). El promedio de las áreas de la copa no supera los 0,05 m<sup>2</sup> para las Series C y D, pero alcanzan valores medios máximos de 23,6 m<sup>2</sup> y 55,8 m<sup>2</sup> para las series A y B respectivamente.

A nivel de población (individuos vivos + secos), la biomasa aérea total alcanza a 4.963,1 kg, con un valor promedio por individuo de 26,2 kg, donde los individuos vivos y secos representa el 95,1 y el 4,9 %, respectivamente. La biomasa se acumula mayoritariamente en el componente ramas (71,6 %), le siguen en orden de magnitud, el componente fuste (24,7 %) y hojas (3,8 %).

Entre los años 2022 y 2023, existe un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,2 cm) y en el área basal acumulada (0,4767 m<sup>2</sup>) de la población, presentando diferencias estadísticas para estos resultados (Prueba de Kruskal Wallis  $p < 0.05$ ), lo cual daría cuenta de un crecimiento de los árboles estudiados.

Con respecto a la biomasa aérea en el periodo abril 2022 a abril 2023, la población presenta un aumento en la biomasa de ramas (438,8 kg) y en la biomasa aérea total (206,3 kg), pero exhibe una disminución de la biomasa para las componentes fustes (111,4 kg) y hojas (103,5 kg). Presentando diferencias estadísticas para estos resultados (Prueba de Kruskal Wallis  $p < 0.05$ ).

Los resultados indicarían que los cambios a nivel de población estarían siendo influenciada por cambios en individuos de gran tamaño, pero en los que no es posible diferenciar si los cambios son atribuibles al crecimiento o a otros factores como perturbaciones naturales o antrópicas. Los resultados obtenidos deben tomarse como una referencia preliminar ya que corresponden al análisis de cuatro mediciones y sólo dos, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual de desarrollo de la población

## 1 INTRODUCCIÓN

---

En el marco del procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante la Resolución Exenta N°1/Rol F-041-2016 (rectificado por Res. Ex. N°4/Rol F-041-2016), y aprobado el 29 de agosto del 2022, en la Res. Ex N°38/Rol-F041-2016, se considera aquí la complementación de la información contenida en los informes del Plan de Seguimiento Ambiental Biológico (PSAB) en cuanto a la acción 23 que complementa el monitoreo de los algarrobos que son objeto de seguimiento ambiental conforme la RCA N°226/2006. Esto a través de la incorporación de variables o análisis adicionales; y posteriormente, la implementación de la acción 24 de Plan de cumplimiento, que incorporará el seguimiento ambiental de individuos de algarrobos y otras formaciones vegetacionales en la Quebrada de Camar que no forman parte del seguimiento ambiental comprometido en el marco de la RCA 226/2006; y la incorporación de nuevos parámetros y variables de monitoreo en el sector, para lo cual se solicita la estimación de las variables dendrométricas, desde ahora, biomasa de los individuos de algarrobo que se encuentran en pie dentro de la quebrada.

El género *Prosopis* en general está conformado por árboles nativos que crecen en las regiones áridas y semiáridas de Chile y otros países del cono sur (Rodríguez *et al.*, 1983; Zuloaga *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2018). Estas especies tienen una alta capacidad para desarrollarse en zonas con baja disponibilidad de agua y fuertemente salinas. Este es el caso de la población bajo monitoreo (en adelante la población) ubicada en la quebrada de Camar, Salar de Atacama.

Uno de los métodos más precisos para la estimación de la biomasa es el Método de regresión, (Satoo y Madgwick, 1982). Este se basa en funciones alométricas (Huxley, 1924; Gayon, 2000) construidas a partir del peso seco por componentes y total del árbol, como variables dependientes y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o a la altura del tocón (DAT), como variable independiente (Baskerville, 1972). Sin embargo, su aplicación práctica demanda la corta y medición de individuos (método destructivo con árboles muestra) para su construcción. Dada, la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo en la población de Camar, con objeto de elaborar funciones locales de biomasa, exige que la estimación de la biomasa aérea sea obtenida mediante funciones publicadas en la literatura para el género *Prosopis* o afines a este. Estas funciones han sido desarrolladas en su mayoría en el extranjero (Argentina, USA, Brasil), ya que estas son casi inexistentes en el país.

En este contexto, este estudio estima la biomasa aérea promedio por componente y total de una población de árboles del género *Prosopis* (algarrobo), ubicada en la quebrada de Camar. Este se basa en datos relevados durante el mes de enero de 2023 por un equipo de especialistas de Geobiota y el posterior procesamiento y análisis de funciones de biomasa publicadas en la literatura especializada (e. g. Felker *et al.*, 1982, Felker *et al.*, 1989, Fernandes *et al.*, 1996), las cuales son aplicables a esta población, realizado por los autores de este informe.

A continuación, se presentan los objetivos, metodología, resultados y conclusiones del estudio realizado. Información detallada y complementaria se entrega en apéndices y anexos.



## 2 OBJETIVOS

---

El objetivo general es estimar la biomasa de una población de árboles pertenecientes al género *Prosopis* (algarrobo) ubicados en la quebrada de Camar, Salar de Atacama, Región de Antofagasta.

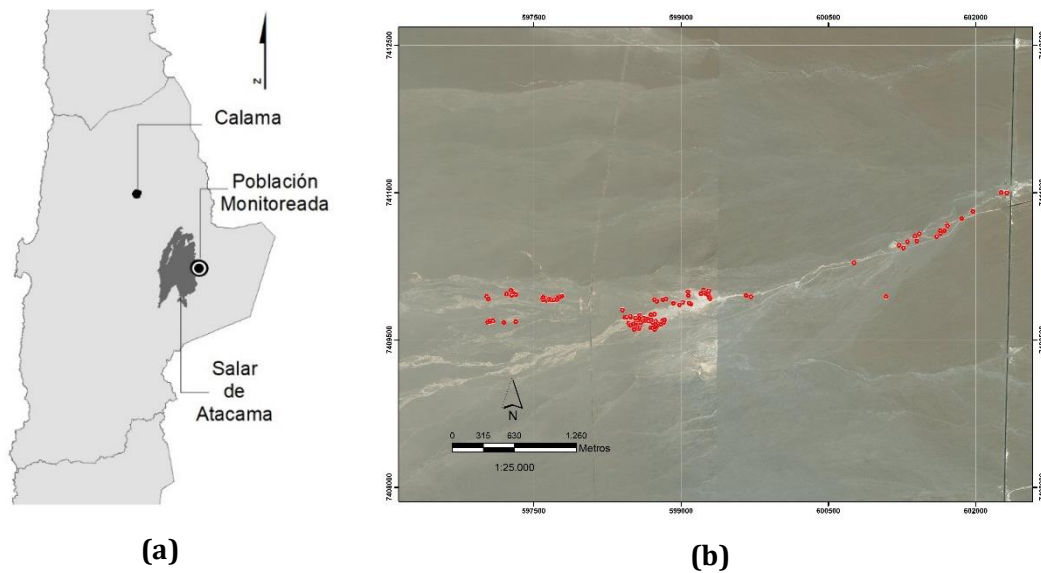
Además, tiene como objetivos específicos:

- Búsqueda, análisis y selección de funciones alométricas de biomasa aérea según componente (fuste, ramas, hojas y total).
- Elaboración de un inventario por componente aéreo, según clase de tamaño de la población (censo).
- Estimación de la biomasa según componentes (fuste, ramas, hojas y frutos) de los individuos del género *Prosopis* (algarrobo), teniendo en consideración una segregación por tamaño de la población inventariada.
- Estimación del cambio en biomasa aérea de la población en el período 2020-2023.

### 3 MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1 Caracterización de la población

La población perteneciente al género *Prosopis* se ubica en la Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia del Loa, Región de Atacama (El detalle de las coordenadas de ubicación de cada individuo se presentan en el Anexo 1), y está compuesta por árboles de origen natural de diversos tamaños y se extiende en una superficie aproximada de 1.000 ha (Figura 1).



**Figura 1.** a) Ubicación de la población en Salar de Atacama. b) Vista área general de la población, en rojo se indican la ubicación de cada uno de los individuos. Imagen Bing (Bing Maps aerial imagery; fecha indeterminada).

#### 3.2 Estimación de la biomasa aérea para la población del género *Prosopis*

##### 3.2.1 Censo en terreno de la población del género *Prosopis*

Para estimar la biomasa de la población del género *Prosopis* se realizó un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento, registrando aquellas variables arbóreas en terreno más utilizadas por los modelos de regresión reportados por la literatura y que permitieron estimar en forma eficiente la cantidad de biomasa aérea para estos individuos en particular.

Las variables registradas en terreno y los procedimientos para su relevamiento se encuentran en el Anexo 2, entre las variables más importantes se encuentran:

- Diámetro máximo de la copa (mcw). Corresponde al diámetro más largo de la copa del individuo en cm.
- Diámetro de copa a los 90° del mcw (cw90). Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido en cm.
- Altura total (ht). Altura total del individuo en m.

Adicionalmente, para los individuos plurifustales (con más de un vástago) se registró para todos los diámetros basales mayores a 2,5 cm las siguientes variables:

- Diámetro basal (db). Diámetro medido en la base del fuste (0,1 m del suelo) en cm. Esta medición se realizó en todos los vástagos o fustes, lo cual permitió registrar a su vez el diámetro de fuste o vástago más largo.
- Diámetro a la altura del pecho (d<sub>1.3</sub>). Diámetro medido a 1.3 m del suelo, en cm. (según se presente)
- Largo del vástago (hf). Largo del fuste desde la base hasta el extremo superior en cm.

Además, se contaron todos los individuos con diámetros basales menores a 2.5 cm, y se les midió la altura individual (cm).

Debido a que los individuos presentaron más de un vástago<sup>(1)</sup>, la caracterización de la población según la clase diamétrica se realizó utilizando el Diámetro basal equivalente (Dbe), que estima el diámetro que tendría cada árbol si tuviera un único fuste conformado por los diámetros basales a una altura de 10 cm del suelo de todos los vástagos existentes. Esto se calculó con siguiente fórmula (Álvarez *et al.*, 2011):

$$Dbe = 2 \sqrt{\sum \left(\frac{db_{0.1}}{2}\right)^2}$$

Donde:

Dbe = Diámetro basal equivalente (cm)

db<sub>0.1</sub> = Diámetros basales de cada vástago a 10 cm de altura del suelo

A partir de esta información se determinaron los siguientes parámetros:

---

<sup>1</sup> Tallos, rebrotes o fustes que brotan desde la base un árbol cercano al suelo originando que este no presente un tronco o fuste único (individuo plurifustal).

- Rango diamétrico (Dbe) (cm).
- Altura media por rango diamétrico (m).
- Abundancia (Nº de vástagos).
- Área basal (m<sup>2</sup>).
- Área de copa (Acopa) (m<sup>2</sup>).
- Volumen de copa (Vc) (m<sup>3</sup>).

### 3.2.2 Selección de los modelos para estimar la biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de la población del género *Prosopis* se procedió a probar una selección de modelos de regresión (Anexo 3), los cuales corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa (Prodan *et al.*, 1997; Husch 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012). Se preseleccionaron 135 modelos de regresión para estimar la biomasa para especies de género *Prosopis* reportada por la literatura (Anexo 4).

Para la selección de los mejores modelos, desde el punto de su aplicabilidad a la población local, se siguieron los siguientes pasos metodológicos. En un primer paso se descartaron aquellos modelos cuyas variables o rangos de aplicación estuvieran alejados de las características de los individuos de la población bajo estudio, o la información disponible publicada fuera insuficiente para la aplicación del modelo. En un segundo paso, con aquellos inicialmente seleccionados se calculó preliminarmente la biomasa aérea total de cada individuo de la población, determinándose el máximo, mínimo, media y desviación estándar de los resultados de biomasa obtenidos. Estos resultados individuales se agruparon en bandas de confianza en torno a la desviación estándar de la media. En un tercer paso y final, se seleccionaron sólo aquellos modelos cuyos resultados de biomasa promedio se agruparon dentro del rango 50%-100% de la desviación estándar de la media, según el número de funciones disponibles. Se considera este valor como conservador para el intervalo de confianza en el que se mueve el estadígrafo de posición. Esto teniendo en cuenta que los individuos de la población censada presentan una alta variabilidad de tamaños y las funciones aplicadas provienen de poblaciones de diversas especies del género *Prosopis* y, a su vez, con diversos tamaños y hábitos de crecimiento.

### 3.3 Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población

La determinación de la biomasa aérea se realizó mediante la aplicación del conjunto de modelos seleccionados a cada individuo de la población, obteniéndose un valor medio de biomasa aérea para cada componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total). Es importante señalar, que las funciones de regresión empleadas no son aditivas, ya que cada componente de la biomasa y el total se ajusta por separado (regresiones independientes). Así, el total de la suma de cada componente de la biomasa individual difiere del total de biomasa por individuo ajustado por separado (Parresol, 2001).

Para la determinación de la biomasa de frutos se procedió de la siguiente manera: Cuando los árboles presentaran menos de 100 frutos se realizó un conteo de los frutos en las cuatro exposiciones de la copa de los árboles, y cuando estos presentaban más de 100

frutos, se realizó una estimación mediante el conteo de frutos en un volumen de 0,015m<sup>3</sup>, (cubo 0,25x0,25x0,25 m) en las cuatro exposiciones de la copa, para luego ser ajustado al total del volumen de la copa previamente calculado. Con los datos obtenidos, se construyó un modelo que permitió obtener el total de frutos para cada individuo, lo cual se ponderó por el peso de cada fruto, utilizando un valor conservador de 5,6 gr/fruto (Sciammaro, *et al.*, 2015) y se obtuvo el peso húmedo de frutos por árbol y el total para la población.

### **3.4 Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población**

Para estimar el cambio en las existencias en biomasa se comparó la biomasa registrada por la población durante la medición de enero y abril de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D). Es importante señalar, que los resultados obtenidos para las mediciones anteriores pueden variar levemente con respecto a lo reportado en los informes, considerando que se realizó una depuración, complemento y consolidación de la base de datos. Además, se ajustaron los modelos utilizados a partir de la nueva información incorporada a la base de datos en las últimas mediciones. La comparación estadística se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) o prueba de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) según la cantidad de mediciones registradas, para analizar si existen diferencias en las medias de la biomasa aérea reportadas según componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total).

## 4 RESULTADOS

---

### 4.1 Censo de la población del género *Prosopis*

La base de datos analizada presenta 255 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* (Series A, B, C, D) de los cuales fue posible ubicar y medir 189 árboles (74,1%). Los 66 árboles (25,9%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 73,0% de los árboles (138 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 27,0% restante (51 árboles) actualmente no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 1, la mayor parte de los individuos (82,0%, 155 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm, 2,6 a 5 cm y 5,0-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representan el 7,4% (14 árboles) y pueden alcanzar en promedio hasta los 7,0 m de altura.

La mayoría de los individuos (93,6%, 177 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 32 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 2,8544 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 72,4% de esta lo acumulan seis individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,05 y 55,8 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

**Cuadro 1.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulada y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m²)     |               |                    | Acopa<br>(m²) |            |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos         | secos         | total <sup>a</sup> | vivos         | secos*     | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 19                         | 24        | 43                 | 3,3   | 2,3        | 2,7                | 0,1        | 0,1        | 0,1                | 0,0076        | 0,0069        | 0,0145             | 0,1           | 0,0        | 0,1                |
| 2,6 - 5                        | 82                         | 18        | 100                | 8,7   | 7,3        | 8,4                | 0,2        | 0,3        | 0,2                | 0,0915        | 0,0174        | 0,1089             | 0,2           | 0,9        | 0,3                |
| 5,1 - 7,5                      | 9                          | 3         | 12                 | 18,1  | 12,0       | 16,6               | 0,4        | 0,6        | 0,5                | 0,0263        | 0,0077        | 0,0340             | 0,7           | 1,9        | 1,0                |
| 7,6 - 10                       | 4                          | 1         | 5                  | 23,5  | 11,0       | 21,0               | 0,8        | 2,1        | 1,1                | 0,0226        | 0,0063        | 0,0289             | 2,8           | 7,8        | 3,8                |
| 10,1 - 12,5                    | 2                          | 1         | 3                  | 46,5  | 3,0        | 32,0               | 1,5        | 0,7        | 1,2                | 0,0180        | 0,0084        | 0,0264             | 7,2           | 1,2        | 5,2                |
| 12,6 - 15                      | 5                          | 2         | 7                  | 35,8  | 17,0       | 30,4               | 1,3        | 0,6        | 1,1                | 0,0724        | 0,0317        | 0,1041             | 8,0           | 1,2        | 6,0                |
| 15,1 - 17,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 5,0   | 14,0       | 9,5                | 1,7        | 1,6        | 1,6                | 0,0237        | 0,0236        | 0,0473             | 11,0          | 5,9        | 8,5                |
| 17,6 - 20                      | 3                          | -         | 3                  | 9,0   | -          | 9,0                | 2,1        | -          | 2,1                | 0,0814        | -             | 0,0814             | 12,0          | -          | 12,0               |
| 20,1 - 22,5                    | 1                          | -         | 1                  | 23,0  | -          | 23,0               | 1,7        | -          | 1,7                | 0,0359        | -             | 0,0359             | 23,6          | -          | 23,6               |
| 22,6 - 25                      | 2                          | -         | 2                  | 1,0   | -          | 1,0                | 2,0        | -          | 2,0                | 0,0868        | -             | 0,0868             | 11,3          | -          | 11,3               |
| 25,1 - 27,5                    | 2                          | 1         | 3                  | 2,0   | 2,0        | 2,0                | 3,3        | 0,9        | 2,5                | 0,1082        | 0,0514        | 0,1596             | 17,3          | 3,3        | 12,6               |
| 27,6 - 30                      | 1                          | -         | 1                  | 4,0   | -          | 4,0                | 3,3        | -          | 3,3                | 0,0619        | -             | 0,0619             | 5,5           | -          | 5,5                |
| 30,1 - 32,5                    | 2                          | -         | 2                  | 13,5  | -          | 13,5               | 2,4        | -          | 2,4                | 0,1566        | -             | 0,1566             | 22,6          | -          | 22,6               |
| 60,1 - 62,5                    | 1                          | -         | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 4,5        | -          | 4,5                | 0,2988        | -             | 0,2988             | 55,8          | -          | 55,8               |
| 62,6 - 65                      | 1                          | -         | 1                  | 15,0  | -          | 15,0               | 4,5        | -          | 4,5                | 0,3292        | -             | 0,3292             | 1,1           | -          | 1,1                |
| 65,1 - 67,5                    | 1                          | -         | 1                  | 7,0   | -          | 7,0                | 3,5        | -          | 3,5                | 0,3520        | -             | 0,3520             | 43,7          | -          | 43,7               |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 7,0        | -          | 7,0                | 0,3948        | -             | 0,3948             | 0,9           | -          | 0,9                |
| 80,1 - 82,5                    | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 0,6        | -          | 6,0                | 0,5333        | -             | 0,5333             | 0,8           | -          | 0,8                |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>138</b>                 | <b>51</b> | <b>189</b>         | <b>10,3</b>   | <b>5,6</b> | <b>9,0</b>         | <b>0,6</b> | <b>0,3</b> | <b>0,5</b>         | <b>2,7010</b> | <b>0,1534</b> | <b>2,8544</b>      | <b>3,5</b>    | <b>0,8</b> | <b>2,2</b>         |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

#### 4.2 Censo de la población del género *Prosopis* Serie A

La Serie A, consta de 75 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 56 árboles (74,6%). Los 19 árboles (25,4%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 60,7% (34 árboles) de los árboles medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 39,3% (22 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 2, la mayor parte de los individuos (53,5%, 30 árboles) de la serie A, se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm; 2,6 a 5 cm; 5,1-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 14,3 % (8 árboles) y pueden alcanzar hasta los 3,3 m de altura.

La mayoría de los individuos (89,2% 50 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 30,4 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 0,7310 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie A, en donde el 57,6 % de esta lo acumulan ocho individuos de gran tamaño ( $Db_{e>20}$  cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,1 y 23,6 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño.



**Cuadro 2.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie A. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango <i>Db</i><br>(cm)        | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |            |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*     | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | -                          | 6         | 6                  | -   | 1,7        | 1,7                | -          | 0,2        | 0,2                | -                      | 0,0012        | 0,0012             | -                          | 0,1        | 0,1                |
| 2,6 - 5                        | 11                         | 7         | 18                 | 7,1   | 7,4        | 7,2                | 0,6        | 0,5        | 0,6                | 0,0139                 | 0,0073        | 0,0212             | 1,2                        | 1,2        | 1,2                |
| 5,1 - 7,5                      | 3                          | 3         | 6                  | 12,7  | 12,0       | 12,3               | 0,8        | 0,6        | 0,7                | 0,0090                 | 0,0077        | 0,0167             | 1,4                        | 1,9        | 1,6                |
| 7,6 - 10                       | 4                          | 1         | 5                  | 23,5  | 11,0       | 21,0               | 0,8        | 2,1        | 1,1                | 0,0226                 | 0,0063        | 0,0289             | 2,8                        | 7,8        | 3,8                |
| 10,1 - 12,5                    | -                          | 1         | 1                  | -   | 3,0        | 3,0                | -          | 0,7        | 0,7                | -                      | 0,0084        | 0,0084             | -                          | 1,2        | 1,2                |
| 12,6 - 15                      | 5                          | 2         | 7                  | 35,8  | 17,0       | 30,4               | 1,3        | 0,6        | 1,1                | 0,0724                 | 0,0321        | 0,1045             | 8,0                        | 1,2        | 6,0                |
| 15,1 - 17,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 5,0   | 14,0       | 9,5                | 1,7        | 1,6        | 1,6                | 0,0237                 | 0,0236        | 0,0473             | 11,0                       | 5,9        | 8,5                |
| 17,6 - 20                      | 3                          | -         | 3                  | 9,0   | -          | 9,0                | 2,1        | -          | 2,1                | 0,0814                 | -             | 0,0814             | 12,0                       | -          | 12,0               |
| 20,1 - 22,5                    | 1                          | -         | 1                  | 23,0  | -          | 23,0               | 1,7        | -          | 1,7                | 0,0365                 | -             | 0,0365             | 23,6                       | -          | 23,6               |
| 22,6 - 25                      | 2                          | -         | 2                  | 1,0   | -          | 1,0                | 2,0        | -          | 2,0                | 0,0868                 | -             | 0,0868             | 11,3                       | -          | 11,3               |
| 25,1 - 27,5                    | 2                          | 1         | 3                  | 2,0   | 2,0        | 2,0                | 3,3        | 0,9        | 2,5                | 0,1082                 | 0,0514        | 0,1596             | 17,3                       | 3,3        | 12,6               |
| 27,6 - 30                      | 1                          | -         | 1                  | 4,0   | -          | 4,0                | 3,3        | -          | 3,3                | 0,0619                 | -             | 0,0619             | 5,5                        | -          | 5,5                |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | -         | 1                  | 8,0   | -          | 8,0                | 2,5        | -          | 2,5                | 0,0766                 | -             | 0,0766             | 13,2                       | -          | 13,2               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>34</b>                  | <b>22</b> | <b>56</b>          | <b>13,6</b>   | <b>7,4</b> | <b>11,1</b>        | <b>1,3</b> | <b>0,6</b> | <b>1,0</b>         | <b>0,5930</b>          | <b>0,1380</b> | <b>0,7310</b>      | <b>6,3</b>                 | <b>1,6</b> | <b>4,5</b>         |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

#### 4.3 Censo de la población del género *Prosopis* Serie B

La serie B, consta de 22 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 11 árboles (50,0%). Los 11 árboles (50,0%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 81,8% de los árboles (9 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 18,2% (2 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 3, la mayor parte de los individuos de la serie B (72,7%, 8 árboles) se concentran en las clases diamétricas de mayor tamaño ( $> 7,5$  cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 82 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 7,0 m.

La mayoría de los individuos (81,8%, 9 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 46,5 vástagos por individuo.

El área basal es alta considerando el bajo número de individuos que conforman la serie y su gran tamaño, alcanzando los 2,0113 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la Serie B, en donde el 94,9 % de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño ( $Db_{e}>60$  cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,4 y 55,8 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de copa.

**Cuadro 3.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie B. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |          |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m²)     |               |                    | Acopa<br>(m²) |            |                    |
|--------------------------------|----------------------------|----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos    | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos         | secos         | total <sup>a</sup> | vivos         | secos*     | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | -                          | 1        | 1                  | -   | 2,0        | 2,0                | -          | 0,1        | 0,1                | -             | 0,0002        | 0,0002             | -             | 0,4        | 0,4                |
| 2,6 - 5                        | -                          | 1        | 1                  | -   | 4,0        | 4,0                | -          | 0,6        | 0,6                | -             | 0,0009        | 0,0009             | -             | 7,3        | 7,3                |
| 5,1 - 7,5                      | 1                          | -        | 1                  | 17,0  | -          | 17,0               | 0,7        | -          | 0,7                | 0,0041        | -             | 0,0041             | 2,3           | -          | 2,3                |
| 10,1 - 12,5                    | 2                          | -        | 2                  | 46,5  | -          | 46,5               | 1,5        | -          | 1,5                | 0,0180        | -             | 0,0180             | 7,2           | -          | 7,2                |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | -        | 1                  | 19,0  | -          | 19,0               | 2,3        | -          | 2,3                | 0,0800        | -             | 0,0800             | 32,1          | -          | 32,1               |
| 60,1 - 62,5                    | 1                          | -        | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 4,5        | -          | 4,5                | 0,2988        | -             | 0,2988             | 55,8          | -          | 55,8               |
| 62,6 - 65                      | 1                          | -        | 1                  | 15,0  | -          | 15,0               | 4,5        | -          | 4,5                | 0,3292        | -             | 0,3292             | 1,1           | -          | 1,1                |
| 65,1 - 67,5                    | 1                          | -        | 1                  | 7,0   | -          | 7,0                | 3,5        | -          | 3,5                | 0,3520        | -             | 0,3520             | 43,7          | -          | 43,7               |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -        | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 7,0        | -          | 7,0                | 0,3948        | -             | 0,3948             | 0,9           | -          | 0,9                |
| 80,1 - 82,5                    | 1                          | -        | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 0,6        | -          | 0,6                | 0,5333        | -             | 0,5333             | 0,8           | -          | 0,8                |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>9</b>                   | <b>2</b> | <b>11</b>          | <b>17,6</b>   | <b>3,0</b> | <b>14,9</b>        | <b>2,9</b> | <b>0,4</b> | <b>2,4</b>         | <b>2,0102</b> | <b>0,0011</b> | <b>2,0113</b>      | <b>16,8</b>   | <b>3,8</b> | <b>14,4</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

#### **4.4 Censo de la población del género *Prosopis* Serie C**

La serie C, presenta 79 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 56 árboles (70,8%). Los 23 árboles (29,2%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 71,4% de los árboles (40 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 28,6% (16 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 4, los árboles de la Serie C, no superan los 7,5 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (69,6%, 39 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 a 5 cm con alturas medias que no superan los 10 cm.

La mayoría de los individuos (98,2%, 55 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,8 y 21,6 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0606 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie C y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,03 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie C. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 3                          | 9         | 12                 | 4,0   | 2,3        | 2,8                | 0,1        | 0,1        | 0,1                | 0,0015                 | 0,0026        | 0,0041             | 0,01                       | 0,01        | 0,01               |
| 2,6 - 5                        | 32                         | 7         | 39                 | 9,3   | 8,1        | 9,1                | 0,1        | 0,1        | 0,1                | 0,0363                 | 0,0070        | 0,0433             | 0,02                       | 0,01        | 0,01               |
| 5,1 - 7,5                      | 5                          | -         | 5                  | 21,6  | -          | 21,6               | 0,2        | -          | 0,2                | 0,0132                 | -             | 0,0132             | 0,03                       | -           | 0,03               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>40</b>                  | <b>16</b> | <b>56</b>          | <b>10,4</b>   | <b>4,9</b> | <b>8,8</b>         | <b>0,1</b> | <b>0,1</b> | <b>0,1</b>         | <b>0,0510</b>          | <b>0,0096</b> | <b>0,0606</b>      | <b>0,02</b>                | <b>0,01</b> | <b>0,01</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

#### **4.5 Censo de la población del género *Prosopis* Serie D**

La serie D, presenta 79 registros correspondientes a árboles del género *Prosopis* de los cuales fue posible ubicar y medir 66 árboles (83,5%). Los 13 árboles (16,5%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 83,3% de los árboles medidos (55 árboles) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 16,7% (11 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 5, los árboles de la Serie D, no superan los 5 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (63,6%, 42 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 y los 5 cm con alturas medias que no superan los 10 cm.

Casi la totalidad de los individuos presentan más de un vástago (plurifustales) (95,4%, 63 árboles), cuyo número promedio fluctúa entre 3,0 y 8,6 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0524 m<sup>2</sup> y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,1 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Prosopis*, para los árboles de la Serie D. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m²)     |               |                    | Acopa<br>(m²) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos         | secos         | total <sup>a</sup> | vivos         | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 16                         | 8         | 24                 | 3,1   | 2,9        | 3,0                | 0,1        | 0,1        | 0,1                | 0,0061        | 0,0028        | 0,0089             | 0,10          | 0,03        | 0,07               |
| 2,6 - 5                        | 39                         | 3         | 42                 | 8,6   | 6,0        | 8,5                | 0,1        | 0,1        | 0,1                | 0,0413        | 0,0022        | 0,0435             | 0,06          | 0,04        | 0,06               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>55</b>                  | <b>11</b> | <b>66</b>          | <b>7,0</b>  | <b>3,7</b> | <b>6,5</b>         | <b>0,1</b> | <b>0,1</b> | <b>0,1</b>         | <b>0,0474</b> | <b>0,0050</b> | <b>0,0524</b>      | <b>0,07</b>   | <b>0,03</b> | <b>0,06</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

#### 4.6 Funciones de biomasa aérea seleccionadas

Las funciones de biomasa utilizadas provienen de un análisis preliminar de 135 modelos (Anexo 4), de los cuales se redujo la selección a un total de 43 modelos, donde se utilizan en el análisis seleccionaron ocho funciones para la estimación de la biomasa del componente fustes, seis para el componente ramas, cuatro para el componente hojas y 25 para la estimación de la biomasa total. Las funciones seleccionadas utilizan variables de rápida medición en terreno, siendo la principal de estas el diámetro basal equivalente (*Db*), calculado a partir de diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), que se encuentra en los modelos seleccionados para fuste, ramas y biomasa total, diámetros que en algunos modelos se combinan con la altura total. Las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, dentro de las que se incluye *Prosopis alba*. Además, incluye especies como *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*, especies que en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada.

#### 4.7 Determinación de la biomasa aérea de la población

El Cuadro 6 presenta la biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) de la población de árboles estudiada.

La biomasa aérea alcanza los 4.963,1 kg para el total de la población medida (138 árboles “Vivos” y 51 árboles “Secos”), con un valor promedio por individuos de 26,2 kg. El 95,1% de la biomasa proviene de individuos vivos y sólo el 4,9% restante a individuos secos.

El 69,0% de la biomasa aérea se concentra en cinco individuos monofustales de gran tamaño, con diámetros que van entre los 61,7 y los 82,4 cm y con alturas que van entre los 3,5 m hasta 7,0 m. Es importante señalar, que los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001; ver capítulo 1.3).

Sólo un 2,1% de los individuos de la población presenta frutos, con una media de 8 frutos/árbol y con una biomasa de 44,1 g /árbol (peso húmedo). La biomasa total de frutos (peso húmedo) alcanza los 0,19 kg, concentrándose el total de la biomasa del componente en individuos de la Serie B, que ya habían sido registrados con frutos en la medición anterior (Enero 2023).

La biomasa aérea total de los individuos se distribuye porcentualmente de la siguiente forma: un 24,7% corresponde al fuste, 71,6% a ramas, 3,8% a hojas, es importante señalar que, para determinar específicamente estas proporciones por componente de biomasa, sólo se consideraron los individuos vivos, esto debido a que, en el caso de aquellos secos, no se sabe exactamente cuál es la proporción real de cada componente, ya que estos no presentan hojas. Por otro lado, se excluyó del análisis la biomasa de frutos ya que corresponde al peso húmedo y no es comparable al resto de las componentes.



**Cuadro 6.** Biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (Dbe) de la población de árboles del género *Prosopis*.

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos |           |            | Peso seco Fuste<br>(kg) |             |              | Peso seco Ramas<br>(kg) |             |                | Peso seco Hojas<br>(kg) |       |              | Peso húmedo Frutos<br>(kg) |          |             | Peso seco Total<br>(kg) |              |                |
|-------------------|---------------|-----------|------------|-------------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|----------------|-------------------------|-------|--------------|----------------------------|----------|-------------|-------------------------|--------------|----------------|
|                   | vivos         | secos     | total      | vivos                   | secos       | total        | vivos                   | secos       | total          | vivos                   | secos | total        | vivos                      | secos    | total       | vivos                   | secos        | total          |
| 0 - 2,5           | 19            | 24        | 43         | 6,8                     | 7,1         | 13,9         | 11,2                    | 9,3         | 20,5           | 1,6                     | -     | 1,6          | -                          | -        | -           | 6,0                     | 5,1          | 11,1           |
| 2,6 - 5           | 82            | 18        | 100        | 59,9                    | 12,5        | 72,4         | 176,9                   | 32,3        | 209,2          | 21,3                    | -     | 21,3         | -                          | -        | -           | 110,8                   | 21,0         | 131,8          |
| 5,1 - 7,5         | 9             | 3         | 12         | 11,9                    | 4,1         | 16,0         | 19,0                    | 0,5         | 19,5           | 3,7                     | -     | 3,7          | -                          | -        | -           | 37,5                    | 9,7          | 47,2           |
| 7,6 - 10          | 4             | 1         | 5          | 10,9                    | 3,4         | 14,3         | 0,9                     | 0,3         | 1,2            | 1,2                     | -     | 1,2          | -                          | -        | -           | 39,7                    | 11,0         | 50,7           |
| 10,1 - 12,5       | 2             | 1         | 3          | 10,0                    | 3,0         | 13,0         | 1,0                     | 0,4         | 1,4            | 2,4                     | -     | 2,4          | -                          | -        | -           | 32,7                    | 14,7         | 47,4           |
| 12,6 - 15         | 5             | 2         | 7          | 24,6                    | 8,6         | 33,2         | 5,5                     | 2,7         | 8,2            | 6,0                     | -     | 6,0          | -                          | -        | -           | 131,6                   | 54,2         | 185,8          |
| 15,1 - 17,5       | 1             | 1         | 2          | 7,3                     | 7,0         | 14,3         | 1,9                     | 1,8         | 3,7            | 1,8                     | -     | 1,8          | -                          | -        | -           | 43,0                    | 41,4         | 84,4           |
| 17,6 - 20         | 3             | -         | 3          | 26,4                    | -           | 26,4         | 7,9                     | -           | 7,9            | 7,4                     | -     | 7,4          | -                          | -        | -           | 149,2                   | -            | 149,2          |
| 20,1 - 22,5       | 1             | -         | 1          | 9,4                     | -           | 9,4          | 3,9                     | -           | 3,9            | 3,6                     | -     | 3,6          | -                          | -        | -           | 67,4                    | -            | 67,4           |
| 22,6 - 25         | 2             | -         | 2          | 22,9                    | -           | 22,9         | 11,6                    | -           | 11,6           | 4,1                     | -     | 4,1          | -                          | -        | -           | 152,0                   | -            | 152,0          |
| 25,1 - 27,5       | 2             | 1         | 3          | 35,8                    | 9,8         | 45,6         | 20,4                    | 6,0         | 26,4           | 9,4                     | -     | 9,4          | -                          | -        | -           | 185,6                   | 84,2         | 269,8          |
| 27,6 - 30         | 1             | -         | 1          | 19,5                    | -           | 19,5         | 12,9                    | -           | 12,9           | 1,8                     | -     | 1,8          | -                          | -        | -           | 98,7                    | -            | 98,7           |
| 30,1 - 32,5       | 2             | -         | 2          | 36,6                    | -           | 36,6         | 34,4                    | -           | 34,4           | 9,0                     | -     | 9,0          | -                          | -        | -           | 243,1                   | -            | 243,1          |
| 60,1 - 62,5       | 1             | -         | 1          | 70,1                    | -           | 70,1         | 215,0                   | -           | 215,0          | 17,9                    | -     | 17,9         | 0,01                       | -        | 0,01        | 566,1                   | -            | 566,1          |
| 62,6 - 65         | 1             | -         | 1          | 74,5                    | -           | 74,5         | 254,3                   | -           | 254,3          | 0,6                     | -     | 0,6          | 0,03                       | -        | 0,03        | 632,5                   | -            | 632,5          |
| 65,1 - 67,5       | 1             | -         | 1          | 61,1                    | -           | 61,1         | 267,0                   | -           | 267,0          | 11,1                    | -     | 11,1         | -                          | -        | -           | 649,3                   | -            | 649,3          |
| 70,1 - 72,5       | 1             | -         | 1          | 152,2                   | -           | 152,2        | 351,7                   | -           | 351,7          | 0,7                     | -     | 0,7          | 0,13                       | -        | 0,13        | 786,0                   | -            | 786,0          |
| 80,1 - 82,5       | 1             | -         | 1          | 39,6                    | -           | 39,6         | 575,5                   | -           | 575,5          | 0,6                     | -     | 0,6          | 0,02                       | -        | 0,02        | 790,6                   | -            | 790,6          |
| <b>Total</b>      | <b>138</b>    | <b>51</b> | <b>189</b> | <b>679,5</b>            | <b>55,5</b> | <b>735,0</b> | <b>1.971,0</b>          | <b>53,3</b> | <b>2.024,3</b> | <b>104,2</b>            |       | <b>104,2</b> | <b>0,19</b>                | <b>-</b> | <b>0,19</b> | <b>4.721,8</b>          | <b>241,3</b> | <b>4.963,1</b> |

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

Los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001).

## 4.8 Cambio en las existencias de la población

Para estimar el cambio en los parámetros poblacionales se comparó la información registrada para la población durante la medición de enero y abril de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D).

### 4.8.1 Cambios en el número de individuos de la población

El Cuadro 7, presenta el número de individuos según serie y fecha de medición, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, la población presenta una ligera disminución de los individuos medidos (Vivos+Secos) producto de un ligero incremento en los individuos clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”. En abril de 2022 se registró un 75,7% de los individuos (193 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 24,3% de los individuos (62 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”, en cambio para abril de 2023 se registró un 74,1% de los individuos (189 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 25,1% de los individuos (66 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”.

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento de los individuos clasificados como “Vivos”, pasando de un 52,5% de los individuos (134 árboles) a un 54,1% de los individuos (138 árboles) en abril de 2023.

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo abril de 2022 y abril de 2023, presentan una disminución de los individuos clasificados “Secos”, pasando de un 23,1% (59 árboles) en abril de 2022 a 20,0% (51 árboles) en abril de 2023.

La Serie A (75 individuos), para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificado como “Secos”. En noviembre de 2020, se registró un 38,6% de los individuos (29 árboles) clasificados como “Vivos” y un 32,0% de los individuos (24 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en abril de 2023 se registró un 45,3% de los individuos (34 árboles) clasificados como “Vivos” y un 29,3% de los individuos (22 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie B (22 individuos), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución en la cantidad de individuos “Vivos”, pasando de un 45,5% (10 árboles) a un 40,9% (9 árboles). Los individuos clasificados como “Secos” se mantienen constantes durante el periodo alcanzando un 9,1% (2 árboles).

La Serie C (79 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023 presenta una disminución en la cantidad de individuos “Vivos” y “Secos”. En abril de 2022, se

registró un 53,1% de los individuos (42 árboles) clasificados como “Vivos” y un 24,1% de los individuos (19 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en abril de 2023 se registró un 50,6% de los individuos (40 árboles) clasificados como “Vivos” y un 20,3% de los individuos (16 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie D (79 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificado como “Secos”. En abril de 2022, se registró un 60,8% de los individuos (48 árboles) clasificados como “Vivos” y un 19,0% de los individuos (15 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en abril de 2023 se registró un 69,6% de los individuos (55 árboles) clasificados como “Vivos” y un 13,9% de los individuos (11 árboles) clasificados como “Secos”.

**Cuadro 7.** Número de individuos según serie y fecha de medición, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Vitalidad/Serie                          | Número de individuos según fecha de medición (Árboles) |            |            |            |
|--|--|------------|------------|------------|
|  | nov-20   | abr-22     | ene-23     | abr-23     |
| <b>Vivos</b>                             |  |            |            |            |
| A  | 29   | 34         | 35         | 34         |
| B  | -  | 10         | 10         | 9          |
| C  | -  | 42         | 38         | 40         |
| D  | -  | 48         | 50         | 55         |
| <b>Total Vivos</b>                       | <b>29</b>  | <b>134</b> | <b>133</b> | <b>138</b> |
| <b>Secos</b>                             |  |            |            |            |
| A  | 24   | 23         | 21         | 22         |
| B  | -  | 2          | 3          | 2          |
| C  | -  | 19         | 20         | 16         |
| D  | -  | 15         | 15         | 11         |
| <b>Total Secos</b>                       | <b>24</b>  | <b>59</b>  | <b>59</b>  | <b>51</b>  |
| <b>Vivos+Secos</b>                       |  |            |            |            |
| A  | 53   | 57         | 56         | 56         |
| B  | -  | 12         | 13         | 11         |
| C  | -  | 61         | 58         | 56         |
| D  | -  | 63         | 65         | 66         |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                 | <b>53</b>  | <b>193</b> | <b>192</b> | <b>189</b> |
| <b>Desaparecidos/ Desprendidos</b>       |  |            |            |            |
| A  | 22   | 18         | 19         | 19         |
| B  | -  | 10         | 9          | 11         |
| C  | -  | 18         | 21         | 23         |
| D  | -  | 16         | 14         | 13         |
| <b>Total Desaparecidos/ Desprendidos</b> | <b>22</b>  | <b>62</b>  | <b>63</b>  | <b>66</b>  |
| <b>Total</b>                             | <b>75</b>  | <b>255</b> | <b>255</b> | <b>255</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

#### 4.8.2 Cambios en la media de los diámetros basales equivalentes de la población

El Cuadro 8 presenta la media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos de 1,2 cm. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Secos” de 1,3 cm y 0,5 cm respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie A, en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificado como “Secos” de 1,3 y 0,1 cm respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificado como “Secos” de 6,2 y 5,5 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 1,4 y 0,8 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento en el diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,9 y 0,4 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 8.** Media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Media del diámetro basal equivalente (cm) según fecha de medición |             |            |            |              |
|---|-------------|------------|------------|--------------|
| Vitalidad/Serie   | nov-20      | abr-22     | ene-23     | abr-23       |
| <b>Vivos</b>  |             |            |            |              |
| A   | 11,0        | 10,3       | 10,4       | 12,3         |
| B   | -           | 39,0       | 39,4       | 45,2         |
| C   | -           | 2,5        | 2,5        | 3,9 *        |
| D   | -           | 2,3        | 2,4        | 3,2 *        |
| <b>Media Vivos</b>  | <b>11,0</b> | <b>7,1</b> | <b>7,3</b> | <b>8,4 *</b> |
| <b>Secos</b>  |             |            |            |              |
| A   | 6,6         | 6,1        | 6,1        | 6,5          |
| B   | -           | 8,1        | 6,6        | 2,6          |
| C   | -           | 1,8        | 1,9        | 2,6 *        |
| D   | -           | 1,9        | 1,9        | 2,3 *        |
| <b>Media Secos</b>  | <b>6,6</b>  | <b>3,7</b> | <b>3,6</b> | <b>4,2</b>   |
| <b>Vivos+Secos</b>  |             |            |            |              |
| A   | 9,0         | 8,6        | 8,8        | 10,0 *       |
| B   | -           | 33,8       | 31,9       | 37,5 *       |
| C   | -           | 2,3        | 2,3        | 3,5 *        |
| D   | -           | 2,2        | 2,3        | 3,1 *        |
| <b>Media Vivos+Secos</b>  | <b>9,0</b>  | <b>6,1</b> | <b>6,2</b> | <b>7,3 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas a nivel de medición (Prueba de Mann-Whitney  $p<0.05$ ).

#### 4.8.3 Cambio en la media de las alturas de la población

El Cuadro 9 presenta la media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una leve disminución de la altura media de los individuos de 0,1 m. Los resultados obtenidos no son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan una disminución de la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” de 0,1 m, en cambio y los individuos clasificados como “Secos” permanecen constantes alcanzando una altura media de 0,3 m. Los resultados obtenidos no son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,2 y 0,1

m, respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” de 0,8 m, en cambio los individuos clasificados como “Secos” permanecen constantes alcanzando una altura media de 0,4 m. Los resultados obtenidos no son significativos para para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, permanece constante para la altura media de los individuos clasificados “Vivos” alcanzando un valor de 0,1 m, en cambio para los individuos clasificados como “Secos” presenta una leve disminución de 0,05 m. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” de 0,1 m, cambio los individuos clasificados como “Secos” permanecen constantes alcanzando una altura media de 0,1 m. Si bien los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ), las diferencias se encuentran para el periodo abril 2022-enero 2023, sin registrar diferencias para el último periodo (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 9.** Media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Media de la altura (m) según fecha de medición |            |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Vitalidad/Serie                                | nov-20     | abr-22     | ene-23     | abr-23     |
| <b>Vivos</b>                                   |            |            |            |            |
| A  | 1,5        | 1,3        | 1,2        | 1,3        |
| B  | -          | 3,7        | 3,7        | 2,9        |
| C  | -          | 0,1        | 0,1        | 0,1        |
| D  | -          | 0,2        | 0,1 *      | 0,1 *      |
| <b>Media Vivos</b>                             | <b>1,5</b> | <b>0,7</b> | <b>0,7</b> | <b>0,6</b> |
| <b>Secos</b>                                   |            |            |            |            |
| A  | 0,7        | 0,7        | 0,6        | 0,6        |
| B  | -          | 0,4        | 0,3        | 0,4        |
| C  | -          | 0,1        | 0,05       | 0,05       |
| D  | -          | 0,1        | 0,1 *      | 0,1 *      |
| <b>Media Secos</b>                             | <b>0,7</b> | <b>0,3</b> | <b>0,3</b> | <b>0,3</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>                             |            |            |            |            |
| A  | 1,1        | 1,0        | 1,0        | 1,0        |
| B  | -          | 3,2        | 2,9        | 2,4        |
| C  | -          | 0,1        | 0,1        | 0,1        |
| D  | -          | 0,1        | 0,1 *      | 0,1 *      |
| <b>Media Vivos+Secos</b>                       | <b>1,1</b> | <b>0,6</b> | <b>0,6</b> | <b>0,5</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

#### 4.8.4 Cambios en el área basal de la población

El Cuadro 10 presenta el Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos de 0,4767 m<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

Para las Series A, B, C y D (255 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento del área basal de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados como “Secos”, de 0,4999 y 0,0233 m<sup>2</sup>, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta un aumento en el área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados como “Secos” de 0,1755 y 0,0161 m<sup>2</sup>/año respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de 0,2677 y 0,0119 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de 0,0300 y 0,0042 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de 0,0267 y 0,0006 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).



**Cuadro 10.** Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

|                          |          | Área Basal (m <sup>2</sup> ) según fecha de medición |               |               |                 |
|--------------------------|----------|--|---------------|---------------|-----------------|
| Vitalidad/Serie          |          | nov-20   | abr-22        | ene-23        | abr-23          |
| <b>Vivos</b>             |          |  |               |               |                 |
|                          | <b>A</b> | 0,3896   | 0,4170        | 0,4461        | 0,5925          |
|                          | <b>B</b> | -  | 1,7426        | 1,8165        | 2,0103          |
|                          | <b>C</b> | -  | 0,0210        | 0,0192        | 0,0510 *        |
|                          | <b>D</b> | -  | 0,0207        | 0,0255        | 0,0474 *        |
| <b>Total Vivos</b>       |          | <b>0,3896</b>  | <b>2,2013</b> | <b>2,3073</b> | <b>2,7012 *</b> |
| <b>Secos</b>             |          |  |               |               |                 |
|                          | <b>A</b> | 0,1741   | 0,1537        | 0,1438        | 0,1376          |
|                          | <b>B</b> | -  | 0,0130        | 0,0147        | 0,0011          |
|                          | <b>C</b> | -  | 0,0054        | 0,0058        | 0,0096 *        |
|                          | <b>D</b> | -  | 0,0044        | 0,0047        | 0,0050 *        |
| <b>Total Secos</b>       |          | <b>0,1741</b>  | <b>0,1765</b> | <b>0,1690</b> | <b>0,1533 *</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>       |          |  |               |               |                 |
|                          | <b>A</b> | 0,5636   | 0,5707        | 0,5899        | 0,7301          |
|                          | <b>B</b> | -  | 1,7556        | 1,8312        | 2,0114          |
|                          | <b>C</b> | -  | 0,0264        | 0,0250        | 0,0606 *        |
|                          | <b>D</b> | -  | 0,0251        | 0,0302        | 0,0524 *        |
| <b>Total Vivos+Secos</b> |          | <b>0,5636</b>  | <b>2,3778</b> | <b>2,4763</b> | <b>2,8545 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

#### 4.8.5 Cambios en la biomasa aérea de la población

##### Biomasa de Fustes

El Cuadro 11 presenta los promedios de la biomasa de la componente Fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa de fustes de 111,4kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos”, de 103,4 y 8,0 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para los individuos de la población, clasificados como “Vivos” (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023). Los resultados obtenidos no son significativos para los individuos de la población, clasificados como “Secos” (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ )

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Secos” de 44,1 kg y 12,0 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 169,9 y 3,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 12,5 y 1,8 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados “Vivos” de 14,6 kg, en cambio la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Secos” se mantienen constante alcanzando los 4,4 kg. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 11.** Promedio de la biomasa de fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Vitalidad/Serie          | Biomasa Fuste (kg) según fecha de medición |              |              |                |
|--------------------------|--|--------------|--------------|----------------|
|                          | nov-20                                     | abr-22       | ene-23       | abr-23         |
| <b>Vivos</b>             |  |              |              |                |
| A                        | 145,3                                      | 150,0        | 150,6        | 189,4          |
| B                        | -  | 597,0        | 551,0        | 427,1          |
| C                        | -  | 17,9         | 15,7         | 30,4 *         |
| D                        | -  | 18,0         | 21,2         | 32,6 *         |
| <b>Total Vivos</b>       | <b>145,3</b>                               | <b>782,9</b> | <b>738,5</b> | <b>679,5 *</b> |
| <b>Secos</b>             |  |              |              |                |
| A                        | 54,7                                       | 49,4         | 45,9         | 42,7           |
| B                        | -  | 4,2          | 4,9          | 1,1            |
| C                        | -  | 5,5          | 5,9          | 7,3 *          |
| D                        | -  | 4,4          | 4,3          | 4,4 *          |
| <b>Total Secos</b>       | <b>54,7</b>                                | <b>63,5</b>  | <b>61,0</b>  | <b>55,5</b>    |
| <b>Vivos+Secos</b>       |  |              |              |                |
| A                        | 200,0                                      | 199,4        | 196,5        | 232,1          |
| B                        | -  | 601,2        | 555,9        | 428,2          |
| C                        | -  | 23,4         | 21,6         | 37,7 *         |
| D                        | -  | 22,4         | 25,5         | 37,0 *         |
| <b>Total Vivos+Secos</b> | <b>200,0</b>                               | <b>846,4</b> | <b>799,5</b> | <b>735,0 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## Biomasa de Ramas

El Cuadro 12 presenta los promedios de la biomasa de la componente Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un incremento de la biomasa de Ramas de 438,8 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Secos”, de 443,7 y 4,9 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para los individuos de la población clasificados como “Vivos” (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023). Los resultados obtenidos no son significativos para los individuos de la población clasificados como “Secos”.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución del de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Secos” de 49,6 y 15,7 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución del de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Secos” de 287,7 y 1,3 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución del de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Secos” de 53,1 y 9,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 55,9 y 1,7 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 12.** Promedio de la biomasa de Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Vitalidad/Serie          | Biomasa Ramas (kg) según fecha de medición |                |                |                  |
|--------------------------|--|----------------|----------------|------------------|
|                          | nov-20                                     | abr-22         | ene-23         | abr-23           |
| <b>Vivos</b>             |  |                |                |                  |
| A                        | 65,0                                       | 67,6           | 71,2           | 114,6            |
| B                        | -  | 1.394,8        | 1.415,6        | 1.682,5          |
| C                        | -  | 33,1           | 30,8           | 86,2 *           |
| D                        | -  | 31,8           | 39,8           | 87,7 *           |
| <b>Total Vivos</b>       | <b>65,0</b>                                | <b>1.527,3</b> | <b>1.557,4</b> | <b>1.971,0 *</b> |
| <b>Secos</b>             |  |                |                |                  |
| A                        | 42,9                                       | 41,6           | 40,6           | 27,2             |
| B                        | -  | 3,2            | 4,4            | 1,9              |
| C                        | -  | 7,3            | 7,8            | 16,4 *           |
| D                        | -  | 6,1            | 6,4            | 7,8 *            |
| <b>Total Secos</b>       | <b>42,9</b>                                | <b>58,2</b>    | <b>59,2</b>    | <b>53,3</b>      |
| <b>Vivos+Secos</b>       |  |                |                |                  |
| A                        | 107,8                                      | 109,2          | 111,8          | 141,8            |
| B                        | -  | 1.398,0        | 1.420,0        | 1.684,4          |
| C                        | -  | 40,4           | 38,6           | 102,6 *          |
| D                        | -  | 37,9           | 46,2           | 95,5 *           |
| <b>Total Vivos+Secos</b> | <b>107,8</b>                               | <b>1.585,5</b> | <b>1.616,6</b> | <b>2.024,3 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

### Biomasa de Hojas

El Cuadro 13 presenta los promedios de la biomasa de la componente Hojas(kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar. Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 103,5 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 1,4 kg. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 115,8 kg. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 6,9 kg. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 6,3 kg. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 13.** Promedio de la biomasa den Hojas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023). Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

| Vitalidad/Serie          | Biomasa Hojas (kg) según fecha de medición |              |              |                |
|--------------------------|--|--------------|--------------|----------------|
|                          | nov-20                                     | abr-22       | ene-23       | abr-23         |
| <b>Vivos</b>             |  |              |              |                |
| A                        | 43,8                                       | 43,3         | 46,7         | 42,4           |
| B                        | -  | 155,5        | 144,8        | 39,7           |
| C                        | -  | 4,5          | 4,1          | 11,4 *         |
| D                        | -  | 4,4          | 5,4          | 10,7 *         |
| <b>Total Vivos</b>       | <b>43,8</b>                                | <b>207,7</b> | <b>201,0</b> | <b>104,2 *</b> |
| <b>Secos</b>             |  |              |              |                |
| A                        | -  | -            | -            | -              |
| B                        | -  | -            | -            | -              |
| C                        | -  | -            | -            | -              |
| D                        | -  | -            | -            | -              |
| <b>Total Secos</b>       | <b>-</b>                                   | <b>-</b>     | <b>-</b>     | <b>-</b>       |
| <b>Vivos+Secos</b>       |  |              |              |                |
| A                        | 43,8                                       | 43,3         | 46,7         | 42,4           |
| B                        | -  | 155,5        | 144,8        | 39,7           |
| C                        | -  | 4,5          | 4,1          | 11,4 *         |
| D                        | -  | 4,4          | 5,4          | 10,7 *         |
| <b>Total Vivos+Secos</b> | <b>43,8</b>                                | <b>207,7</b> | <b>201,0</b> | <b>104,2 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## Biomasa de Total

El Cuadro 14 presenta los promedios de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Total de 206,3 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presentan una disminución de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Secos” de 242,9 y 36,6 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para los individuos de la población clasificados como “Vivos” (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023). Los resultados obtenidos no son significativos para los individuos de la población clasificados como “Secos” (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Secos” de 315,5 y 56,2 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta una disminución de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 99,3 y 21,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 43,4 y 6,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 34,9 y 0,9 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias en particular para el último periodo de medición (enero 2023-abril 2023).

**Cuadro 14.** Promedio de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Prosopis* emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cuatro mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero y febrero de 2023) y tres mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero y febrero de 2023).

| Vitalidad/Serie          | Biomasa Total (kg) |                |                |                  |
|--------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------|
|                          | nov-20             | abr-22         | ene-23         | abr-23           |
| <b>Vivos</b>             |                    |                |                |                  |
| A                        | 702,0              | 753,6          | 775,3          | 1.017,5          |
| B                        | -                  | 3.687,5        | 3.609,0        | 3.588,2          |
| C                        | -                  | 18,9           | 17,6           | 62,3 *           |
| D                        | -                  | 18,9           | 22,8           | 53,8 *           |
| <b>Total Vivos</b>       | <b>702,0</b>       | <b>4.478,9</b> | <b>4.424,7</b> | <b>4.721,8 *</b> |
| <b>Secos</b>             |                    |                |                |                  |
| A                        | 281,5              | 247,8          | 230,5          | 225,3            |
| B                        | -                  | 22,5           | 26,3           | 1,4              |
| C                        | -                  | 4,1            | 4,2            | 10,2 *           |
| D                        | -                  | 3,5            | 3,6            | 4,4 *            |
| <b>Total Secos</b>       | <b>281,5</b>       | <b>277,9</b>   | <b>264,6</b>   | <b>241,3</b>     |
| <b>Vivos+Secos</b>       |                    |                |                |                  |
| A                        | 983,5              | 1.001,4        | 1.005,8        | 1.242,8          |
| B                        | -                  | 3.710,0        | 3.635,3        | 3.589,6          |
| C                        | -                  | 23,0           | 21,8           | 72,5 *           |
| D                        | -                  | 22,4           | 26,4           | 58,2 *           |
| <b>Total Vivos+Secos</b> | <b>983,5</b>       | <b>4.756,8</b> | <b>4.689,3</b> | <b>4.963,1 *</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

(\*) Presenta diferencias significativas entre los años analizados (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).



## 5 DISCUSION

---

Una gran proporción (73,0%) de los individuos censados presenta algún nivel de vitalidad en sus fustes y sólo un 27,0% de estos (n=51) está seco, se trata en su mayoría de árboles de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales. Esto refleja la capacidad de los individuos del género *Prosopis* de retoñar vigorosamente después que el fuste y ramas principales son destruidas por fenómenos ambientales y/o antrópicos. Caron & Ortin (2010) evaluaron la respuesta de la recuperación por rebrote en 3 especies de *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra* y *P. flexuosa*) posterior a un incendio en Salta, Argentina, concluyendo que predomina la capacidad de los algarrobos para rebrotar de yemas basales con un promedio de 6 rebrotes por ejemplar. Por otro lado, Atanasio (2014) para *P. alba* en el Chaco, Argentina, concluyó que cortas intensas de ramas vitales en relación a la copa viva remanente, producen un factor de estrés que estimula fuertemente las yemas durmientes debajo de la corteza del tronco, emitiendo de esta manera una gran cantidad de brotes epicórmicos para reemplazar rápidamente la biomasa perdida según lo descrito por Meier *et al.*, (2012). Además, se reporta que en caso de cortas totales (tala raza), los árboles de *P. alba* tienden a arbustizarse (Karlin *et al.* 1997).

Por otro lado, gran parte de los individuos de la población (82%) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (< 5 cm), presentando alturas medias que no superan los 50 cm. En contraste, los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 7,4% y pueden alcanzar hasta los 7 m de altura, lo cual indica que la estructura de la población se concentraría en individuos jóvenes o de poco desarrollo y con una alta capacidad de retoñación, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

Las funciones seleccionadas utilizan como principal variable el diámetro basal equivalente (*Dbe*) y diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), variables que resultan de rápida medición o estimación. Por otra parte, si bien las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, (*P. alba*, *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*) estas especies en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada, algunas de estas formas de crecimiento son descritas y comparadas por Fernandes (1994).

Los valores de biomasa aérea se encuentran entre los rangos reportados por otros autores para *P. pallida* (Padrón y Navarro 2004); *P. juniflora* (Birhane *et al.*, 2017). Los valores de biomasa de los individuos de menor tamaño (<2,5 cm *Dbe*) se encuentran cercanos a lo reportado por Felker *et al.*, (1989) para *P. alba* y por Aronson *et al.*, (2002) para *P. alba* y *P. chilensis*. Sin embargo, los valores de ambos estudios provienen de plantaciones de estas especies y no de poblaciones naturales como las estudiadas. Es importante señalar, que los valores de biomasa constituyen una aproximación a los valores reales de biomasa. Esto debido a que proviene de valores promedios de distintas funciones disponibles en la bibliografía estadísticamente seleccionadas, y no de un muestreo destructivo particular para la construcción de funciones locales de biomasa para la población en estudio. La distribución porcentual de la biomasa aérea leñosa de los individuos (24,7% corresponde al fuste, 71,6% a ramas) se encuentran entre lo

reportado para el género *Prosopis* (Aronson, *et al.*, 2002; Padrón y Navarro 2004, Khan, *et al.*, 2011), manteniéndose con muy pocas variaciones en el periodo analizado.

La proporción de individuos con fruto reportada en la última medición (abril 2023) es baja (2,1% de la población), lo que sumado a una drástica disminución en la cantidad de frutos (de 628,0 a sólo 8 vainas por árbol en promedio), indicaría más bien a que estos corresponden a frutos que persisten en el árbol una vez terminado el *peak* de fructificación de la población. La acumulación de información en el tiempo permitirá determinar de mejor forma el ciclo fenológico relacionado a la producción de frutos. Por otro lado, la producción de frutos se concentra en árboles de la Serie B, que presentan un mayor desarrollo en diámetro basal equivalente y de volumen de copa, lo cual indicaría una relación entre el tamaño o desarrollo de los individuos (como indicador de la edad) y su capacidad de fructificación.

Los resultados indican que existe un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,2 cm) y en área basal acumulada (0,4767 m<sup>2</sup> al año), pero una leve disminución en las alturas medias calculadas para la población entre los años 2022 y 2023, lo cual daría cuenta de un crecimiento de los árboles. Además, los árboles registran un aumento en la biomasa de ramas (438,8 kg) y biomasa aérea Total (206,3 kg), pero una disminución de la biomasa para las componentes Fustes (111,4 kg) y Hojas (103,5 kg), siendo significativos los cambios en particular para el último periodo analizado (enero 2023-abril 2023) y en las Series C y D.

Si bien las magnitudes registradas son superiores a lo reportado en la medición anterior (enero 2023), con cambios que rondan entre un 4% a un 46%, es importante señalar que estas variables al ser propias de un modelamiento son altamente sensibles a errores instrumentales que pueden ser causados por perturbaciones naturales frecuente en estos ecosistemas, como por ejemplo el enterramiento o desenterramiento de los árboles por arrastre de arena, que hace variar muchas veces las alturas (no marcadas en el individuo) donde se realizan las mediciones de los diámetros basales principalmente.

En términos de magnitud los cambios más grandes se asocian a la serie B, cambios que no resultaron ser significativos a nivel de serie. La particularidad de la Serie B, es que presenta individuos de gran tamaño, lo que podría indicar que la magnitud de los cambios a nivel de población estaría siendo influenciada por cambios particulares en estos individuos de gran tamaño, pero en los que no es posible diferenciar actualmente con el número de mediciones, si son atribuibles al crecimiento de los árboles o a otros factores como los descritos anteriormente.

Se observa una ligera tendencia a mantener la dirección de los cambios en los componentes estudiados (Aumento y disminución de la biomasa de Ramas y Fustes respectivamente) lo que podría indicar un cambio en el hábito de los individuos hacia uno más simpodial. Sin embargo, estos valores deben tomarse como una referencia preliminar ya que corresponden al análisis de cuatro mediciones y sólo dos, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual de desarrollo de la población.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La estructura de la población estaría constituida mayoritariamente por individuos vivos (Sólo un 27,0% están secos), jóvenes o de poco desarrollo, con un 82,0% en las clases diamétricas de menor tamaño (< 7,5 cm), con alturas medias que no superan los 50 cm y sólo un 7,4% de los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) que pueden alcanzar hasta los 7,0 m de altura. Además, la población presentaría una alta capacidad de retoñación, tratándose en su mayoría de individuos de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

En virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo de los individuos en el área para construir modelos locales de biomasa, los resultados de las funciones alométricas seleccionadas entregan el valor medio de biomasa aérea más centrado en torno al promedio (dispersión < 0,5 a 1,0 desv. estándar de la media). Estas corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa y utilizan variables de rápida medición en terreno (Dbe; h, diámetro de copas, etc.), abarcando un amplio rango de especies del género *Prosopis*, con hábitos de crecimiento afines a los de la población estudiada.

La biomasa aérea total de la población alcanza a 4.963,1 kg, donde los individuos vivos concentran la mayor proporción (95,1%), acumulándose, en un bajo número de individuos, (cinco árboles) de grandes dimensiones (> 60 cm), los cuales representan el 69,0% de la biomasa aérea total de la población. Con respecto a las componentes, la biomasa aérea se acumula en forma decreciente en las ramas (71,6%), el fuste (24,7%) y las hojas (3,8%), en particular, la biomasa de frutos acumulada para la población resultó de 0,18 kg, valor que correspondería a frutos que persisten en los árboles terminado el peak de fructificación.

Los resultados indican un crecimiento en la población estudiada, expresado en un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,2 cm) y en área basal acumulada (0,4767 m<sup>2</sup> al año) en el periodo abril de 2022 y abril de 2023. Además, los árboles registran un aumento en la biomasa de ramas (438,8 kg) y biomasa aérea Total (206,3 kg), pero una disminución de la biomasa para las componentes Fustes (111,4 kg) y Hojas (103,5 kg), siendo significativos los cambios en particular para el último periodo analizado (enero 2023-abril 2023) y en las Series C y D. Los resultados indicarían que la magnitud de los cambios a nivel de población estaría siendo influenciada por variaciones en individuos de gran tamaño, pero en los que no es posible diferenciar si los cambios son atribuibles al crecimiento o a otros factores como perturbaciones naturales o antrópicas.

Los resultados obtenidos deben tomarse como una referencia preliminar ya que corresponden al análisis de cuatro mediciones y sólo dos, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual de desarrollo de la población

## 7 REFERENCIAS

---

Álvarez, J. A., P. E. Villagra y R. Villalba. 2011. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 262(4):637-645.

Aronson, J.; C. Ovalle; J. Avendaño; L. Longeri y A. Del Pozo. 2002. Agroforestry tree selection in central Chile: Biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. *Agroforestry Systems*. 56:155-166.

Atanasio M. 2014 Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. *Quebracho* Vol.22(1,2):66-78

Baskerville, G.L., 1972. Use of Logarithmic Regression in the Estimation of Plant Biomass. *Can. J. For. Res.* 2, 49-53. doi:10.1139/x72-009

Birhane, E.; A. C. Treydte; A. Eshete; N. Solomon y M. Hailemariam. 2017. Can rangelands gain from bush encroachment? Carbon stocks of communal grazing lands invaded by *Prosopis juliflora*. *Journal of Arid Environments*. 141:60-67.

Caron, M. y A. Ortin. 2010. Recuperación de bosques de algarrobos después de un incendio. *Ciencia* 5(14) 15 pp.

Cruz, G. y Tapia P. 2020. Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobo) emplazados en el Sector Camar del Borde Este del Salar de Atacama. Informe Técnico preparado para Geobiota. Santiago. 49p

De Benitez, C.; M. Pece; M. Juárez de Galíndez y M. Acosta. 2014. Modelaje de la biomasa aérea individual y otras relaciones dendrométricas de *Prosopis nigra* Gris. en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*. 22:17-29.

Felker, P.; P. P. Clark; J. F. Osborn y G. H. Cannell. 1982. Biomass Estimation in a Young Stand of Mesquite (*Prosopis* spp.), Ironwood (*Oheya tesota*), Palo Verde (*Cercidium floridum*, and *Parkinsonia aculeata*), and Leucaena (*Leucaena leucocephala*). 35(1):3.

Felker, P.; D. Smith; C. Wiesman y R. L. Bingham. 1989. Biomass production of *Prosopis alba* clones at two non-irrigated field sites in semiarid south Texas. *Forest Ecology and Management*. 29(3):135-150.

Felker, P., Lopez, C., Soulier, C., Ochoa, J., Abdala, R. y Ewens, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. *Agroforestry Systems*. 53. 65-76. 10.1023/A:1012016319629.

Fernandes, P. C. F. 1994. Comportamento silvicultural de especies de *Prosopis*, em Petrolina-pe, Região Semi-Árida Brasileira. Curitiba, Brasil: Universidad Federal do Parana. 126p.

Fernandes, P. C.; E. B. de Oliveira y S. do Amaral. 1996. Equações para estimativa de biomassa de especies de *Prosopis* no semi-arido brasileiro. *Bol. Pesq. Fl. Colombo*. 32:67-79.

Gayon, J. 2000. History of the concept of allometry. *Am. Zool.*, 40(5): 748-758.

Geobiota 2020. Plan de Seguimiento Ambiental Biótico 2019. Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta. Preparado para SQM Salar. Santiago. Mayo, 2020. 21 pág.

Hierro, J. L.; L. C. Branch; D. Villarreal y K. L. Clark. 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentine shrubs. *Journal of Range Management*. 53(6):617-621.

Husch, B., T. W. Beers and J.A. Kershaw. 2003. *Forest Mensuration*. Fourth edition. Wiley. New York, USA. 443 p.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature*, 114: 895-896.

Iglesias, M. D. R. y A. Haydée. 2010. Estimación de la biomasa aérea de seis leguminosas leñosas del Chaco Árido (Argentina). *Ecología Austral*. 20:71-79.

Karlin, U., Coirini, R. Catalan, L. y Zapata R. 1997 *Prosopis alba* En: FAO 1997 Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiaridas N°12.

Khan, D., and R. Ahmad 2011. Size-Phytomass Relations. In: *Prosopis juliflora* (Swartz.) DC. *Biol. Biotech.*, 8 (1): 139-154.

Laar, A. van, Akça, A., 2007. *Forest mensuration*, 2. ed., completely and supplemented. ed, Managing forest ecosystems. Springer, Dordrecht.

Ledesma, M.; C. A. Carranza y M. Balzarini. 2010. Estimación de la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa* mediante relaciones alométricas. *AgriScientia*. 27(2):87-96.

Ludwig, J. A.; J. F. Reynolds y P. D. Whitson. 1975. Size-biomass Relationships of Several Chihuahuan Desert Shrubs. *The American Midland Naturalist*. 94(2):451-461. University of Notre Dame.

Meier, A. R.; M. R. Saunders y C. H. Michler. 2012. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. *Tree physiology review*. *Tree Physiology Advance*

Parresol, B. R. 2011. Additivity of nonlinear biomass equations. *Canadian Journal of Forest Research*. 31:865-878. NRC Research Press Ottawa, Canada.

Padrón E., Y R., Navarro-Cerrillo 2004. Estimation of above-ground biomass in naturally occurring populations of *Prosopis pallida* (H. & B. ex. Willd.) H.B.K. in the north of Peru. *Journal of Arid Environments* 56: 283-292.

Picard, N., Saint-André, L., Henry, M., 2012. Manual for building tree volume and biomass allometric equations from field measurement to prediction. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 215p.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. *Mensura forestal*. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA, BMZ/gtz. San José, Costa Rica

Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, R.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983, Flora arbórea de Chile. Ed. Universidad de Concepción 408p.

Satoo, T. y Magdwick, H.A.I. 1982. Forest biomass. Forestry Sciences. Martinus Nijhoff / Dr W. Junk Publishers. Netherlands. 135 p.

Sciammaro, Leonardo; Cristina Ferrero; Cecilia Puppo. 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. 1Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 115-123.

Sione, S., S. G. Ledesma, L. J. Rosenberger, J. D. Oszust; H. Andrade-Castañeda; G. O. Maciel, M. G. Wilson y M. C. Sasal. 2020. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. en bosques de Entre Ríos (Argentina). Agronomía & Ambiente. 40(1):63-76.

Sharifi, M. R.; E. T. Nilsen y P. W. Rundel. 1982. Biomass and Net Primary Production of *Prosopis glandulosa* (Fabaceae) in the Sonoran Desert of California. American Journal of Botany. 69(5):760-767.

Villagra, P. Cony, M. y J. Álvarez. sf. Tercer informe de avance sobre estudios e investigaciones que intentan explicar el estado actual de ejemplares de algarrobo, en una población ubicada en las proximidades del pozo CAMAR 2 de SQM, en el Salar de Atacama, Chile. Estudio dendrocronológico. Centro Científico Tecnológico - CONICET-Mendoza - Argentina. 71p.

Zuloaga, F.O.; Morrone, O. & Belgrano, M.J. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: i-xcvi + 1-3348.

## **ANEXO 1**

---

**Anexo 1. Fecha de la medición, Hora de la medición, Coordenada X , Coordenada Y (WGS84, 19S), Árbol.**

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 25-04-2023   | 12:37:00    | 598065              | 7409702             | A-04         |
| 25-04-2023   | 12:29:00    | 598002              | 7409772             | A-05         |
| 25-04-2023   | 11:29:00    | 597865              | 7409696             | A-06         |
| 24-04-2023   | 11:17:00    | 597033              | 7409687             | A-07         |
| 24-04-2023   | 11:28:00    | 597055              | 7409688             | A-08         |
| 24-04-2023   | 11:38:00    | 597055              | 7409700             | A-09         |
| 24-04-2023   | 11:47:00    | 597089              | 7409694             | A-10         |
| 24-04-2023   | 11:54:00    | 597202              | 7409680             | A-11         |
| 24-04-2023   | 12:33:00    | 597225              | 7409966             | A-12         |
| 24-04-2023   | 12:20:00    | 597280              | 7409951             | A-13         |
| 24-04-2023   | 12:27:00    | 597288              | 7409985             | A-14         |
| 24-04-2023   | 13:16:00    | 597602              | 7409903             | A-17         |
| 24-04-2023   | 13:41:00    | 597619              | 7409921             | A-18         |
| 24-04-2023   | 13:37:00    | 597620              | 7409902             | A-19         |
| 24-04-2023   | 13:31:00    | 597631              | 7409904             | A-21         |
| 24-04-2023   | 13:27:00    | 597636              | 7409909             | A-22         |
| 24-04-2023   | 13:46:00    | 597644              | 7409906             | A-23         |
| 24-04-2023   | 13:50:00    | 597654              | 7409909             | A-25         |
| 24-04-2023   | 13:56:00    | 597663              | 7409913             | A-26         |
| 24-04-2023   | 14:00:00    | 597679              | 7409908             | A-27         |
| 24-04-2023   | 14:03:00    | 597683              | 7409902             | A-28         |
| 25-04-2023   | 10:57:00    | 597746              | 7409928             | A-29         |
| 25-04-2023   | 11:13:00    | 597787              | 7409943             | A-30         |
| 25-04-2023   | 11:17:00    | 597790              | 7409945             | A-31         |
| 20-04-2023   | 17:40:00    | 598757              | 7409886             | A-33         |
| 20-04-2023   | 17:36:00    | 598817              | 7409904             | A-34         |
| 20-04-2023   | 17:30:00    | 598846              | 7409913             | A-35         |
| 21-04-2023   | 12:30:00    | 598730              | 7409760             | A-36         |
| 21-04-2023   | 12:21:00    | 598695              | 7409755             | A-37         |
| 21-04-2023   | 12:10:00    | 598679              | 7409687             | A-38         |
| 21-04-2023   | 11:56:00    | 598668              | 7409691             | A-39         |
| 22-04-2023   | 12:38:00    | 598572              | 7409682             | A-40         |
| 22-04-2023   | 11:31:00    | 598468              | 7409668             | A-41         |
| 22-04-2023   | 11:25:00    | 598400              | 7409667             | A-42         |
| 21-04-2023   | 13:25:00    | 598428              | 7409722             | A-43         |
| 21-04-2023   | 13:14:00    | 598448              | 7409728             | A-44         |
| 21-04-2023   | 13:03:00    | 598488              | 7409738             | A-45         |
| 21-04-2023   | 12:53:00    | 598490              | 7409728             | A-46         |
| 21-04-2023   | 12:42:00    | 598580              | 7409749             | A-47         |



| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 22-04-2023   | 11:01:00    | 598313              | 7409779             | A-48         |
| 22-04-2023   | 12:30:00    | 598573              | 7409676             | A-49         |
| 21-04-2023   | 16:40:00    | 598537              | 7409648             | A-50         |
| 22-04-2023   | 11:47:00    | 598486              | 7409640             | A-51         |
| 22-04-2023   | 11:44:00    | 598478              | 7409651             | A-52         |
| 22-04-2023   | 11:22:00    | 598410              | 7409655             | A-53         |
| 22-04-2023   | 11:18:00    | 598416              | 7409641             | A-54         |
| 22-04-2023   | 11:14:00    | 598385              | 7409580             | A-55         |
| 22-04-2023   | 11:10:00    | 598355              | 7409608             | A-56         |
| 22-04-2023   | 10:46:00    | 598404              | 7409799             | A-58         |
| 25-04-2023   | 11:37:00    | 597879              | 7409701             | A-59         |
| 24-04-2023   | 12:10:00    | 597320              | 7409683             | A-60         |
| 25-04-2023   | 10:46:00    | 597708              | 7409909             | A-64         |
| 25-04-2023   | 10:49:00    | 597718              | 7409903             | A-65         |
| 25-04-2023   | 10:53:00    | 597733              | 7409904             | A-66         |
| 25-04-2023   | 11:00:00    | 597766              | 7409937             | A-68         |
| 25-04-2023   | 13:21:00    | 598025              | 7409873             | A-70         |
| 25-04-2023   | 11:23:00    | 597818              | 7409785             | A-71         |
| 22-04-2023   | 10:54:00    | 598305              | 7409801             | AX-01        |
| 24-04-2023   | 12:46:00    | 597025              | 7409941             | AX-02        |
| 24-04-2023   | 12:41:00    | 597040              | 7409918             | AX-03        |
| 24-04-2023   | 13:21:00    | 597612              | 7409900             | AX-76        |
| 20-04-2023   | 17:22:00    | 598922              | 7409868             | B-01         |
| 20-04-2023   | 16:55:00    | 599021              | 7409880             | B-02         |
| 20-04-2023   | 14:56:00    | 599713              | 7409933             | B-03         |
| 20-04-2023   | 12:54:00    | 600763              | 7410283             | B-04         |
| 20-04-2023   | 11:48:00    | 601423              | 7410582             | B-09         |
| 20-04-2023   | 12:20:00    | 601403              | 7410502             | B-10         |
| 20-04-2023   | 11:31:00    | 601606              | 7410551             | B-11         |
| 20-04-2023   | 11:11:00    | 601715              | 7410660             | B-14         |
| 20-04-2023   | 11:19:00    | 601711              | 7410668             | B-15         |
| 20-04-2023   | 10:58:00    | 601848              | 7410732             | B-16         |
| 20-04-2023   | 10:40:00    | 601972              | 7410808             | B-17         |
| 20-04-2023   | 10:18:00    | 602263              | 7410997             | B-20         |
| 20-04-2023   | 9:45:00     | 602319              | 7410996             | B-21         |
| 22-04-2023   | 12:04:00    | 598558              | 7409673             | C-01         |
| 22-04-2023   | 12:01:00    | 598558              | 7409674             | C-02         |
| 22-04-2023   | 12:07:00    | 598563              | 7409680             | C-03         |
| 22-04-2023   | 12:11:00    | 598565              | 7409682             | C-05         |
| 22-04-2023   | 12:13:00    | 598572              | 7409679             | C-06         |
| 22-04-2023   | 12:20:00    | 598570              | 7409672             | C-07         |
| 22-04-2023   | 12:24:00    | 598572              | 7409676             | C-08         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 22-04-2023   | 12:34:00    | 598579              | 7409678             | C-09         |
| 22-04-2023   | 12:58:00    | 598588              | 7409671             | C-10         |
| 22-04-2023   | 12:51:00    | 598593              | 7409686             | C-13A        |
| 22-04-2023   | 12:48:00    | 598586              | 7409684             | C-13B        |
| 21-04-2023   | 15:37:00    | 598606              | 7409689             | C-14         |
| 21-04-2023   | 15:39:00    | 598605              | 7409688             | C-15         |
| 21-04-2023   | 15:02:00    | 598620              | 7409697             | C-16         |
| 21-04-2023   | 14:55:00    | 598624              | 7409685             | C-17         |
| 21-04-2023   | 14:59:00    | 598626              | 7409687             | C-18         |
| 21-04-2023   | 15:07:00    | 598634              | 7409699             | C-19         |
| 21-04-2023   | 16:24:00    | 598557              | 7400709             | C-21         |
| 21-04-2023   | 16:17:00    | 598562              | 7409713             | C-22         |
| 21-04-2023   | 15:55:00    | 598597              | 7409721             | C-23         |
| 21-04-2023   | 15:48:00    | 598596              | 7409715             | C-24         |
| 21-04-2023   | 15:45:00    | 598602              | 7409713             | C-25         |
| 21-04-2023   | 15:52:00    | 598608              | 7409720             | C-26         |
| 21-04-2023   | 15:21:00    | 598617              | 7409707             | C-28         |
| 21-04-2023   | 15:13:00    | 598629              | 7409716             | C-29         |
| 23-04-2023   | 10:44:00    | 598101              | 7409465             | C-31         |
| 23-04-2023   | 10:49:00    | 598116              | 7409479             | C-33         |
| 23-04-2023   | 10:52:00    | 598121              | 7409481             | C-34         |
| 23-04-2023   | 10:33:00    | 598123              | 7409467             | C-36         |
| 23-04-2023   | 10:56:00    | 598121              | 7409488             | C-37         |
| 23-04-2023   | 10:20:00    | 598136              | 7409493             | C-40         |
| 23-04-2023   | 10:15:00    | 598137              | 7409489             | C-41         |
| 23-04-2023   | 10:13:00    | 598141              | 7409488             | C-42         |
| 23-04-2023   | 10:23:00    | 598144              | 7409483             | C-43         |
| 23-04-2023   | 10:29:00    | 598154              | 7409464             | C-44         |
| 23-04-2023   | 10:25:00    | 598154              | 7409473             | C-45         |
| 23-04-2023   | 10:00:00    | 598158              | 7409498             | C-46         |
| 23-04-2023   | 9:35:00     | 598186              | 7409522             | C-47         |
| 23-04-2023   | 9:30:00     | 598202              | 7409551             | C-49         |
| 23-04-2023   | 9:27:00     | 598158              | 7409544             | C-50         |
| 23-04-2023   | 9:39:00     | 598158              | 7409527             | C-51         |
| 23-04-2023   | 9:45:00     | 591137              | 7409522             | C-54         |
| 23-04-2023   | 9:48:00     | 598137              | 7409522             | C-55         |
| 23-04-2023   | 9:53:00     | 598136              | 7409515             | C-56         |
| 23-04-2023   | 11:07:00    | 598116              | 7409503             | C-58         |
| 23-04-2023   | 11:06:00    | 598116              | 7409501             | C-59         |
| 23-04-2023   | 11:14:00    | 598099              | 7409485             | C-60         |
| 23-04-2023   | 10:09:00    | 598146              | 7409491             | C-61         |
| 21-04-2023   |             |                     |                     | C-62         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 21-04-2023   | 16:26:00    | 598556              | 7409708             | C-66         |
| 21-04-2023   | 15:59:00    | 598604              | 7409730             | C-69         |
| 21-04-2023   | 15:34:00    | 598606              | 7409691             | C-71         |
| 23-04-2023   | 16:04:00    | 598579              | 7409718             | C-72         |
| 23-04-2023   | 11:22:00    | 598106              | 7409479             | C-74         |
| 23-04-2023   | 11:20:00    | 598101              | 7409479             | C-75         |
| 22-04-2023   | 11:01:00    | 598113              | 7409488             | C-76         |
| 22-04-2023   | 11:34:00    | 598471              | 7409676             | C-78         |
| 21-04-2023   | 11:37:00    | 598470              | 7409678             | C-79         |
| 20-04-2023   | 11:00:00    | 598769              | 7409641             | D-01         |
| 20-04-2023   | 15:30:00    | 599297              | 7409923             | D-03         |
| 20-04-2023   | 15:46:00    | 599279              | 7409949             | D-04         |
| 20-04-2023   | 15:50:00    | 599279              | 7409961             | D-05         |
| 20-04-2023   | 16:00:00    | 599284              | 7409993             | D-06         |
| 20-04-2023   | 16:19:00    | 599228              | 7409998             | D-07         |
| 20-04-2023   | 16:24:00    | 599203              | 7409962             | D-08         |
| 21-04-2023   | 16:39:00    | 599071              | 7409983             | D-09         |
| 21-04-2023   | 10:26:00    | 598694              | 7409624             | D-11         |
| 21-04-2023   | 11:47:00    | 598712              | 7409680             | D-12         |
| 21-04-2023   | 16:13:00    | 598573              | 7409709             | D-13         |
| 21-04-2023   | 15:27:00    | 598607              | 7409709             | D-14         |
| 21-04-2023   | 15:18:00    | 598614              | 7409702             | D-15         |
| 21-04-2023   | 16:10:00    | 598564              | 7409698             | D-16         |
| 22-04-2023   | 16:37:00    | 598540              | 7409671             | D-17         |
| 22-04-2023   | 13:01:00    | 598579              | 7409637             | D-18         |
| 22-04-2023   | 13:04:00    | 598564              | 7409617             | D-19         |
| 21-04-2023   | 13:06:00    | 598552              | 7409624             | D-20         |
| 21-04-2023   | 16:51:00    | 598537              | 7409619             | D-21         |
| 21-04-2023   | 16:49:00    | 598537              | 7409618             | D-22         |
| 23-04-2023   | 16:54:00    | 598524              | 7409601             | D-23         |
| 25-04-2023   | 10:04:00    | 598164              | 7409498             | D-25         |
| 25-04-2023   | 13:17:00    | 598055              | 7409874             | D-28         |
| 25-04-2023   | 13:12:00    | 598089              | 7409855             | D-30         |
| 21-04-2023   | 12:25:00    | 598002              | 7409794             | D-31         |
| 21-04-2023   | 11:50:00    | 598698              | 7409706             | D-34         |
| 20-04-2023   | 12:15:00    | 598663              | 7409714             | D-35         |
| 20-04-2023   | 15:57:00    | 599276              | 7409957             | D-36         |
| 25-04-2023   | 16:16:00    | 599231              | 7409975             | D-37         |
| 25-04-2023   | 12:10:00    | 598121              | 7410173             | D-38         |
| 25-04-2023   | 12:07:00    | 598121              | 7410180             | D-39         |
| 25-04-2023   | 11:58:00    | 598123              | 7410206             | D-42         |
| 25-04-2023   | 11:55:00    | 598120              | 7410213             | D-43         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 21-04-2023   | 12:54:00    | 598191              | 7409863             | D-45         |
| 22-04-2023   | 16:44:00    | 598523              | 7409631             | D-46         |
| 21-04-2023   | 11:54:00    | 598517              | 7409660             | D-47         |
| 21-04-2023   | 11:54:00    | 598684              | 7409705             | D-48         |
| 21-04-2023   | 10:47:00    | 598733              | 7409636             | D-49         |
| 21-04-2023   | 10:43:00    | 598747              | 7409630             | D-50         |
| 21-04-2023   | 11:12:00    | 598764              | 7409660             | D-51         |
| 21-04-2023   | 11:14:00    | 598760              | 7409666             | D-52         |
| 21-04-2023   | 11:19:00    | 598797              | 7409662             | D-53         |
| 21-04-2023   | 11:24:00    | 598826              | 7409679             | D-54         |
| 21-04-2023   | 11:30:00    | 598815              | 7409697             | D-55         |
| 21-04-2023   | 11:34:00    | 598832              | 7409704             | D-56         |
| 20-04-2023   | 11:39:00    | 598744              | 7409695             | D-57         |
| 20-04-2023   | 16:06:00    | 599251              | 7409967             | D-58         |
| 20-04-2023   | 15:40:00    | 599292              | 7409926             | D-60         |
| 21-04-2023   | 17:09:00    | 598985              | 7409853             | D-61         |
| 20-04-2023   | 10:51:00    | 598744              | 7409652             | D-62         |
| 20-04-2023   | 16:51:00    | 599102              | 7409855             | D-64         |
| 20-04-2023   | 16:32:00    | 599074              | 7409947             | D-65         |
| 25-04-2023   | 16:45:00    | 599084              | 7409866             | D-66         |
| 25-04-2023   | 12:14:00    | 598113              | 7410164             | D-68         |
| 25-04-2023   | 13:02:00    | 598138              | 7409961             | D-69         |
| 20-04-2023   | 12:58:00    | 598184              | 7409949             | D-70         |
| 20-04-2023   | 16:47:00    | 599080              | 7409866             | D-71         |
| 20-04-2023   | 17:05:00    | 599007              | 7409862             | D-72         |
| 20-04-2023   | 17:14:00    | 598995              | 7409852             | D-73         |
| 22-04-2023   | 17:19:00    | 598943              | 7409847             | D-74         |
| 22-04-2023   | 11:39:00    | 598491              | 7409688             | D-75         |
| 21-04-2023   | 11:50:00    | 598502              | 7409654             | D-76         |
| 21-04-2023   | 10:32:00    | 598706              | 7409630             | D-77         |
| 21-04-2023   | 11:04:00    | 598768              | 7409641             | D-78         |
| 21-04-2023   | 10:54:00    | 598752              | 7409650             | D-79         |
| 25-04-2023   | 10:20:00    | 598667              | 7409601             | D-80         |

## **ANEXO 2**

---

# **Protocolo de inventario estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobos) emplazados en la quebrada de Camar, borde Este del Salar de Atacama.**

**ENERO 2023**

**Gustavo Cruz M., Patricio Tapia A.**

## **8 INTRODUCCIÓN**

---

El protocolo tiene por objeto definir la metodología de levantamiento de información en terreno en el marco del estudio “Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobos) emplazados en el Sector Camar, del Borde Este del Salar de Atacama”. Preparado para Geobiota. El estudio busca estimar la biomasa de una población de *Prosopis alba* (algarrobo) ubicada en las inmediaciones del Pozo Camar 2, en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta, a partir del uso de funciones de biomasa por componentes publicadas en la literatura especializada y que sean adaptables a estas poblaciones de la zona norte del país. Esto en virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo semidestructivo de los individuos con el fin de elaborar funciones locales de biomasa aérea.

## **9 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA MEDICIÓN**

---

- **Forcípula.** Para diámetros mayores a 5 cm
- **Pie de metro.** Para diámetros entre 2,5 y 5 cm.
- **Huinch de medir (30 m) o distanciómetro (Vertex).** Medición de altura y radios de copa
- **Clinómetro o vara graduada.** Medición de alturas
- **Cubo.** Cubo construido con tubos de PVC de 0,25 cm de lado, para la estimación de la cantidad de frutos.
- **Brújula.** Exposiciones y ángulos.
- **GPS.** Orientación y posicionamiento.
- **Cámara fotográfica.** Para el registro fotográfico de cada individuo.

## **10 ELEMENTOS PARA EL REGISTRO DE LAS VARIABLES A MEDIR.**

---

Para el registro de las variables a medir en terreno se requiere lápiz y formularios de terreno (ver Apendice A), además de una cámara fotográfica.

### 3.1 Variables de ubicación y registro

Las variables de ubicación y registro son las siguientes:

- **Cuadrilla:** Nombre y apellido de los evaluadores
- **Fecha:** Fecha de la medición en formato Día/mes/año
- **Hora:** Hora en la que se realiza el levantamiento en formato de 24 horas
- **Árbol:** Corresponde al código asignado en las evaluaciones previas por Geobiota.
- **Nfoto:** Corresponde al número de foto del registro fotográfico en la campaña de terreno actual.
- **dfoto:** Distancia a la cual fue tomada la fotografía (en metros), se sugiere tomar las fotografías siempre a la misma distancia.
- **CoordenadaX:** Corresponde a la coordenada Este en formato UTM.
- **CoordenadaY:** Corresponde a la coordenada Norte en formato UTM.
- **Observación:** Corresponde a cualquier observación relevante sobre la medición o el estado en que se encuentra el individuo, que no esté incluida en el formulario.

### 3.2 Variables del individuo

**Diámetro máximo de la copa:** Corresponde al diámetro más largo de la copa.

**Código:** mcw

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



Figura 1. Como lo indica la línea roja, el diámetro máximo de la copa (*mcw*) corresponde a la sección transversal más larga de la copa. Para su medición se debe usar la huincha de medir, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.



**Diámetro de copa a los 90° del mcw:** Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo (mcw).

**Código:** cw90

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Brújula y Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.

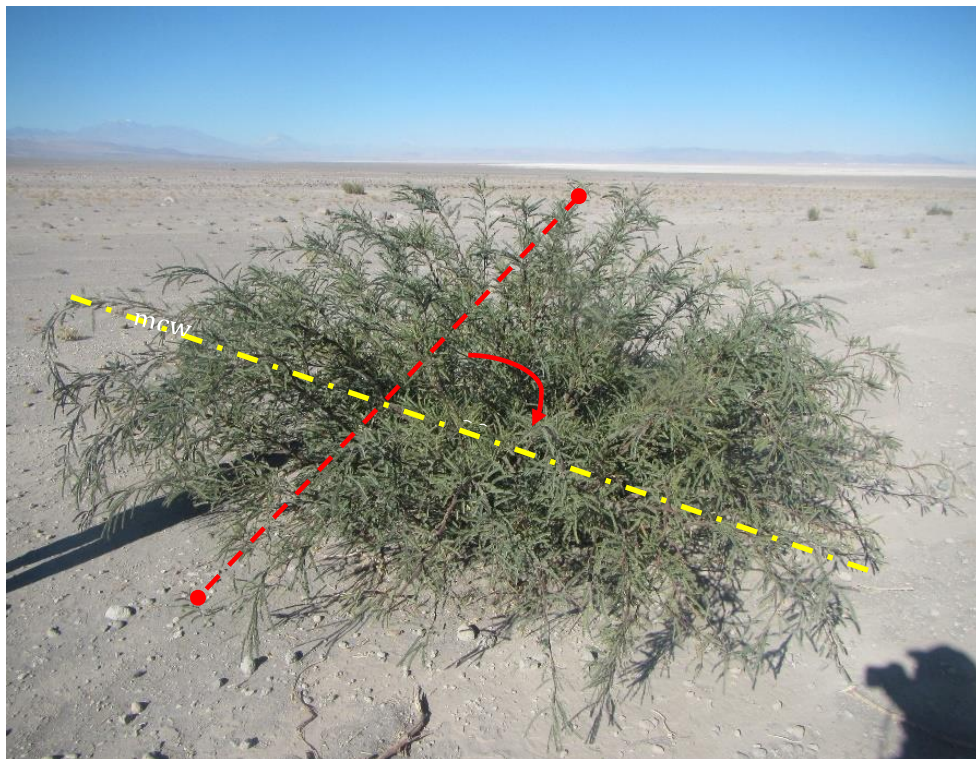


Figura 2. Como lo indica la línea roja, el diámetro de copa a los 90° del mcw (*cw90*) corresponde a la sección transversal que se encuentra a 90° del diámetro máximo de la copa (línea amarilla). Para su medición se debe usar en primer lugar, la brújula para determinar los 90° del diámetro máximo de copa (*mcw*) y la huincha de medir, registrando su amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Altura total:** Altura total del individuo, corresponde a la altura máxima alcanzada por los fustes del individuo.

**Código:** ht

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.

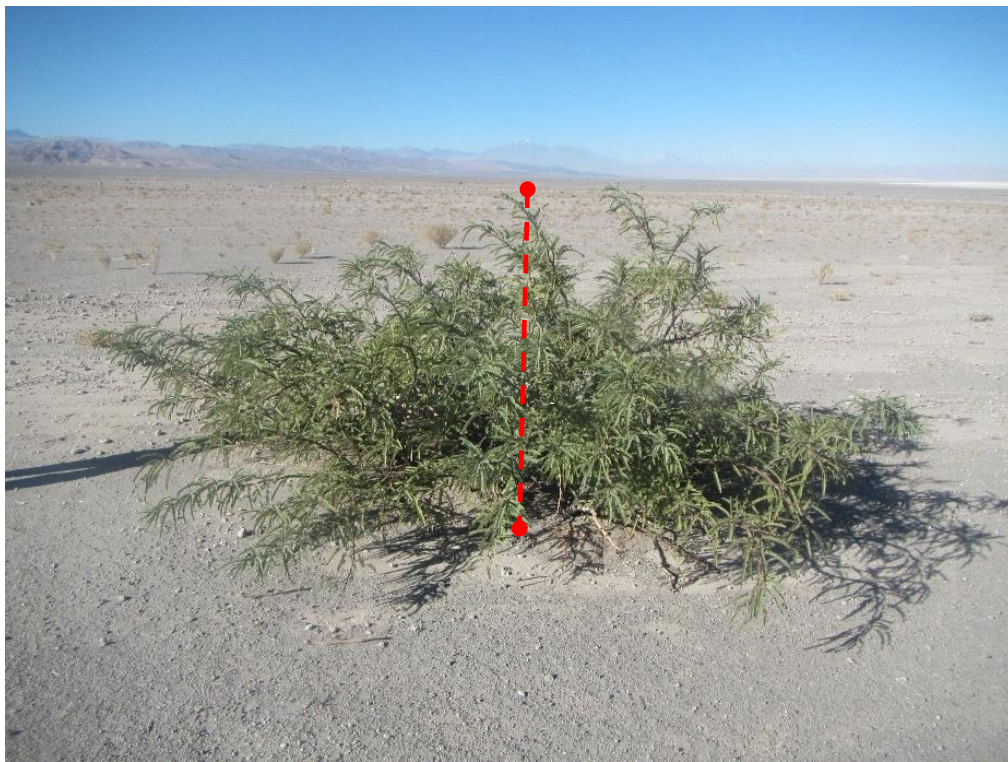


Figura 3. Como lo indica la línea roja, la altura total del individuo (*ht*) corresponde a la sección vertical, más larga de la copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Fuste libre de ramas:** Largo del fuste que se encuentra libre de ramas, en caso de que la copa del árbol comience a partir del suelo se debe registrar con valor cero (0).

**Código:** FLR

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.



Figura 5. Como lo indica la línea roja, el Fuste libre de ramas corresponde a la sección vertical que va desde el suelo hasta la primera rama que constituye copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.



**Número de vástagos menores a 2,5 cm:** Corresponde al número de vástagos menores a 2,5 cm que salen desde la base (10 cm del suelo), segregados según clase de vigor.

**Código:** nd(<2.5)

**Unidad de medida:** unidad

**Instrumento de medición:** No se utiliza.



Figura 4. La figura muestra un individuo de poco tamaño, en donde los diámetros basales de los vástagos (diámetros medidos a 10 cm del suelo) no superan los 2,5 cm. En este caso se deben contabilizar y segregar según vigor la cantidad de vástagos, registrándolos en la casilla correspondiente del formulario. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera

muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste va entre un 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Cantidad de frutos:** Contar la cantidad de frutos en el individuo para cada exposición de la copa.

**Código:** Frutos

**Unidad de medida:** Cantidad

**Instrumento de medición:** Cubo 0,25 m de lado, en los casos necesarios.

Se debe evaluar si el individuo presenta frutos y la cantidad de estos. Para ello se deben contar en cada una de las exposiciones de la copa, la cantidad de vainas que presente el individuo y se deben registrar en la casilla correspondiente del formulario. En el caso de que las vainas sean más de 50 por exposición, se debe realizar una estimación, contando las vainas contenidas en un cubo de 0,25 m de lado el cual se debe introducir en un punto aleatorio en cada exposición de la copa y se debe registrar en la casilla correspondiente del formulario.

## 11 4 REGISTRO DE VÁSTAGOS DEL INDIVIDUO

---

**Diámetros basales.** Corresponden a todos los diámetros ( $>2,5$  cm), medidos en la base del fuste (10 cm del suelo).

**Código:**  $db_i$ , Para diámetros de  $i$  hasta  $n$

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

Los diámetros basales deben ser marcados, en aquellos casos que sea posible, a la altura de la medición (10 cm del suelo) para realizar medidas posteriores en la misma posición del árbol. La marca idealmente debe realizarse con pintura que no afecte el crecimiento del árbol y que persista en el tiempo al menos una temporada de medición.



Figura 6. En la figura de la izquierda, los puntos rojos individualizan los diámetros basales (en este caso son dos,  $db_1$  y  $db_2$ ), los cuales se considerarán los fustes del individuo. En la figura de la derecha se aprecia que cada diámetro basal corresponde a la sección transversal del fuste (línea roja), la cual se encuentra a 10 cm del suelo (línea amarilla). Para su medición se debe usar forcípula en los diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en los diámetros entre 2,5 y 5 cm. Para los diámetros menores a 2,5 cm, sólo se registrará el número de vástagos en la casilla  $nd(<2,5)$  (Ver punto 3.2).

La amplitud de los diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario.

**Largo del fuste:** Se debe medir el largo del fuste desde la base hasta el ápice o extremo superior para el  $db_i$

**Código:**  $hf_i$ , Para diámetros basales  $i$ .

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** huincha de distancia o vara graduada.

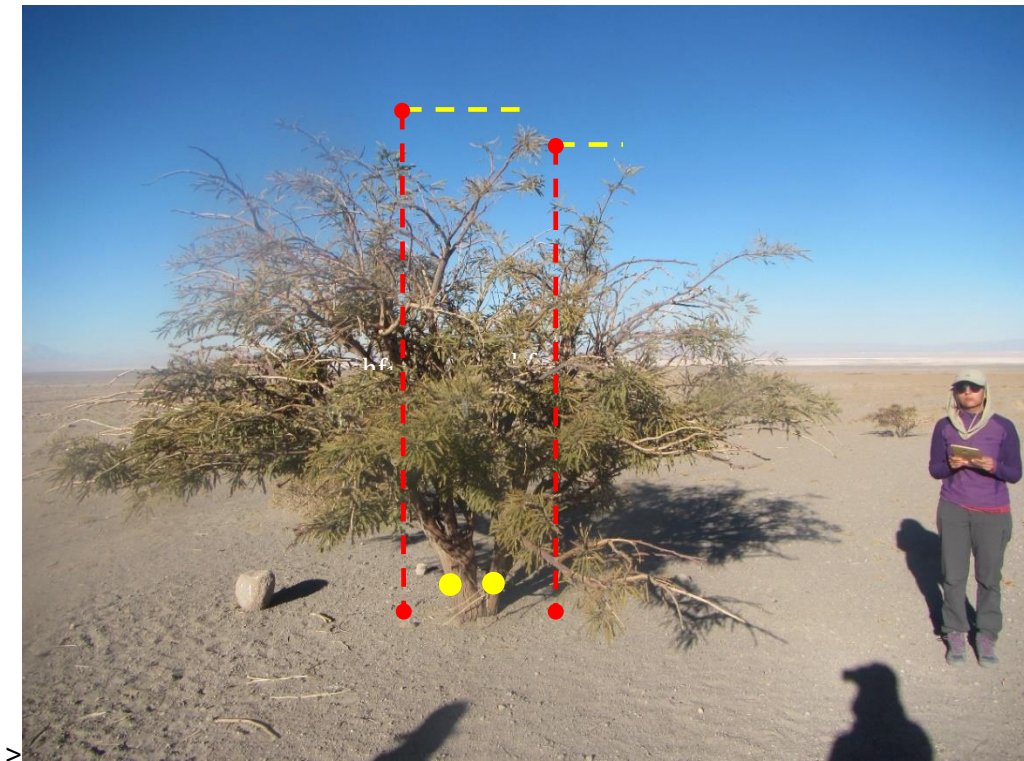


Figura 7. El largo del fuste corresponde a la distancia medida entre el suelo y el ápice o extremo superior de cada fuste. En el caso de la fotografía, se identificaron dos fustes relacionados al los diámetros basales  $db_1$  y  $db_2$  (puntos en color amarillo). Para



cada fuste se debe registrar en cm, su largo  $hf_1$  y  $hf_2$  respectivamente, en la casilla correspondiente del formulario.

**Vigor:** Corresponde a una estimación cualitativa del vigor del fuste.

**Código:** V

**Unidad de medida:** S=Seco, MD= Muy débil, D=Débil, N= Normal, EV= Excepcionalmente vigoroso

**Instrumento de medición:** no se utiliza.



Figura 8. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy débil (MD)**= No presenta ramillas con hojas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Débil (D)**= El fuste



presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Diámetro a la altura del pecho:** Diámetro de fustes medido a 1.3 m del suelo, para fustes con diámetros basales mayores a 2,5 cm.

**Código:**  $d(1.3)_{ij}$ , Sólo para diámetros basales i con diámetro a la altura del pecho j

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

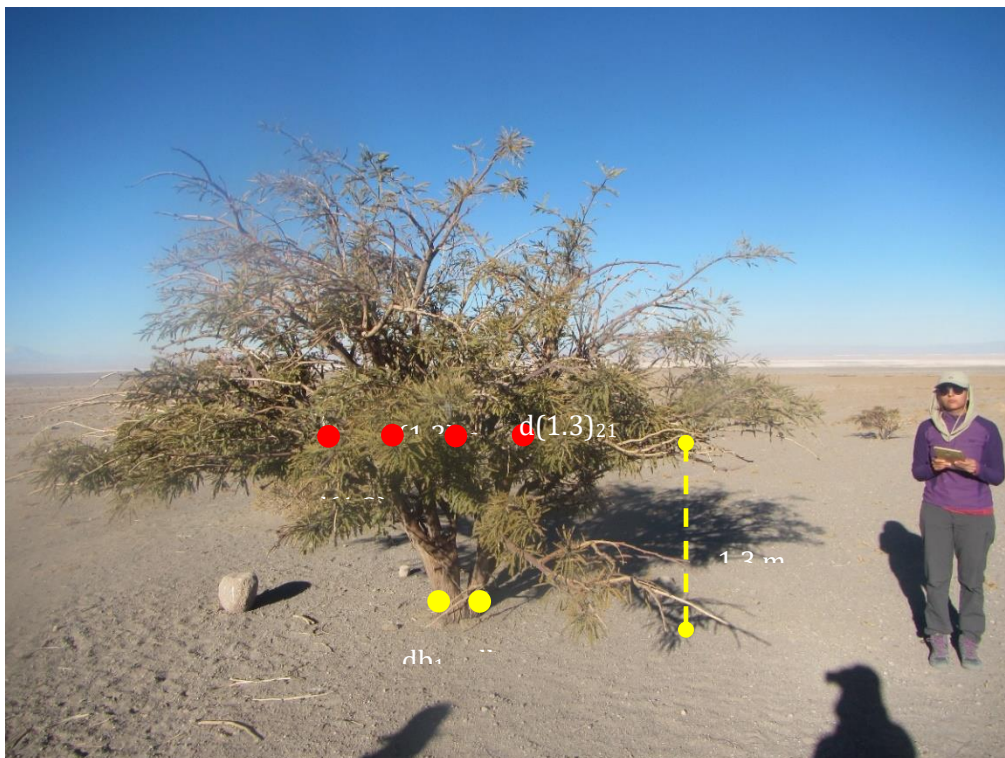


Figura 9. Los puntos rojos individualizan los diámetros a la altura del pecho (en este caso son 4,  $d(1.3)_{11}$ ,  $d(1.3)_{12}$ ,  $d(1.3)_{13}$ ,  $d(1.3)_{21}$ ), cada diámetro a la altura del pecho debe estar relacionado a alguno de los diámetros basales definidos en el punto anterior, en este caso  $db_1$  y  $db_2$ , (puntos de color amarillo). Cada diámetro a la altura del pecho, corresponde la sección transversal del fuste, la cual se encuentra a una altura de 1,3 m del suelo (línea amarilla). Idealmente para su medición se debe usar forcipula en diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en diámetros entre 2,5 y 5 cm. La amplitud del diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario (casilla  $d(1.3)_{ij}$  con  $i, j$  desde 1 a 15).

## **Apéndice A. Formulario de medición**

| Variables de ubicación y registro |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
|-----------------------------------|--|-------|-------------------|----------|-------------|--------|------|------|--|
| Cuadrilla                         |  |       |                   |          | Fecha       | / /    |      | Hora |  |
| Árbol                             |  |       |                   |          | CoordenadaX |        |      |      |  |
| Nfoto                             |  | dfoto |                   |          | Coordenaday |        |      |      |  |
| Variables del individuo           |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
| mcw                               |  |       | (S) Seco          | nd(<2.5) |             | Frutos |      |      |  |
| cw90                              |  |       | (MD) Muy debil    |          |             | Med.   | Est. |      |  |
| ht                                |  |       | (D) Debil         |          |             | N      |      |      |  |
| FLR                               |  |       | (N) Normal        |          |             | E      |      |      |  |
|                                   |  |       | (EV) Ex. Vigoroso |          |             | S      |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             | O      |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |

| Registro de vástagos del individuo |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                    |  |  |  | d(1.3)ij |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  | j        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Db hf V                            |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| i                                  |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |  |  |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



### **ANEXO 3**

---

**Anexo 3.** Modelos de regresión utilizados para determinar la biomasa aérea de árboles del género *Prosopis* por componentes (Fuste, Ramas, Hojas) y total.

| N° | Modelo  | Coefficientes                                 | Variables<br>Predictoras |
|----|---|---|--------------------------|
| 1  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 2  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^{0,5}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 3  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 4  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^3$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 5  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^{0,5}$                                 | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 6  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 7  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^3$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 8  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                                   | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 9  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 10 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 11 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D^2}$                                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 12 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 D + \beta_3 \frac{1}{D^2}$     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D$                      |
| 13 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 14 | $Y = \beta_0 + \beta_1 DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 15 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 16 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |
| 17 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 H + \beta_3 D^2 H$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                   |
| 18 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H + \beta_2 D^2 H^2 + \beta_3 H^3 + \beta_4 D^2$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ | $D, H$                   |
| 19 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3 + \beta_3 H + \beta_3 \frac{1}{H}$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                   |
| 20 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 21 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$                                     | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 22 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                      |
| 23 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 \ln D$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 24 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 \ln D$                               | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                      |
| 25 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H$                           | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D, H$                   |
| 26 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                   |

Donde  $Y$  = Variable dependiente (Peso seco fuste, Peso seco ramas, Peso seco hojas, Peso seco corteza, Peso seco total.);  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  = Coeficientes del modelo;  $D$  = Diámetro basal;  $H$  = Altura del vástago. Fuente: Modificado de Prodan *et al.*, 1997; Husch, 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012.

## **ANEXO 4**

---



**Anexo 4.** Listado de modelos de regresión para la estimación de biomasa probados en el estudio. Est. Corresponde a la estimación, donde BAL=Biomasa aérea leñosa, BAT=Biomasa aérea total, BH= Biomasa de hojas, BR=Biomasa de ramas, BT=Biomasa total, BFV= Biomasa de fustes vivos, BFM=Biomasa de fustes muertos, BST=Biomasa subterránea total. Y= Variable a predecir, donde DW=Peso seco, POR=Porcentaje, FW=Peso fresco, X1, X2, X3 corresponde a variables predictoras donde Media\_db=Valor medio de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), Dbe\_d0.3=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.3 m de altura (cm), Dbe\_d0.1=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), ht= Altura total (m), dc=diámetro de copa (m), max\_h=Altura máxima (m), cw90= Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido (m), mcw= Corresponde al diámetro más largo de la copa (m), Vc= Volumen de copa (m<sup>3</sup>), Ac=Área de copa (m<sup>2</sup>), AB\_db=Área basal de los diámetros medidos a 0,1 m (m<sup>2</sup>); a, b, c, d son coeficientes del modelo de regresión; Especie= Corresponde a la especie para la cual fue construido el modelo de estimación de biomasa; Fuente bibliográfica= Corresponde a la publicación de donde se obtuvo el modelo en donde se incluye al Mesquite que corresponde a un tipo vegetal conformado por varias especies del género *Prosopis*.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a       | b        | c         | d        | Modelo                               | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|---------|----------|-----------|----------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1432  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0901  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1074  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3415  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3269  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1034  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1820  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1382  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1990  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3835  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3913  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1583  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2534  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3093  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4332  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4291  | -        | -         | -        | $Y=a*$                               | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | dc | 0.07977 | 1.131617 | 0.4953181 | 1.480073 | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))*(X3^d)$ | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a       | b        | c        | d | Modelo                           | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|---------|----------|----------|---|----------------------------------|----------------------|------------------------|
| BAT  | DW | Dbe_db   | -  | -  | 0.03569 | 2.374869 | -        | - | $Y=(a*X1^b)$                     | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | ht       | -  | -  | 1.2304  | 1.362872 | -        | - | $Y=a*\exp(b*\log(X1)^2)$         | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | dc       | -  | -  | 0.02391 | 6.749443 | -        | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | -  | 0.06211 | 1.431773 | 1.491206 | - | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*\log(X2)))^2$ | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1515  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0996  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1296  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3589  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3604  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1109  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1925  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1530  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2383  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4031  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4308  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1708  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2680  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3416  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4552  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4721  | -        | -        | - | $Y=a*X1^2$                       | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.43   | 2.18     | -        | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.32   | 1.85     | -        | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 5.84    | 2.85     | -        | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | Vc       | -  | -  | 5.75    | 1.98     | -        | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.08   | 2.68     | -        | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | 106     | 1.76     | -        | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | a       | b       | c    | d | Modelo                           | Especie                 | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|---------|---------|------|---|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 220.83  | 3.78    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 373.91  | 1.75    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 6.24    | 2.63    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 4.52    | 0.98    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | mcw      | ht | -  | 5.16    | 1.98    | 3.25 | - | $\log Y=a+b*\log(X1)+c*\log(X2)$ | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 208.02  | 3.60    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 70.91   | 0.99    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0295  | 2.67    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0928  | 2.38    | -    | - | $Y=a*X1*X2^b$                    | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0877  | 2.30    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.4891  | 1.7029  | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | -2.9255 | 2.426   | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0645  | 2.47    | -    | - | $Y=a*X1*X2^b$                    | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 66.5541 | 0.05796 | -    | - | $Y=a+b*(X1^2)*X2$                | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BAT  | FW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 75.1691 | 0.08732 | -    | - | $Y=a+b*(X1^2)*X2$                | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BF   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 48.1442 | -0.3691 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 50.1114 | -0.8827 | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 5.27    | 0.88    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 219.94  | 0.84    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 3.19    | 0.88    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 61.99   | 0.61    | -    | - | $Y=a*X1^b$                       | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -1.26   | 1.96    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.63   | 2.23    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.06   | 2.09    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -3.26   | 2.32    | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$            | <i>P. flexuosa</i>      | Ledesma et al., 2010    |

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y   | X1          | X2 | X3 | a        | b       | c      | d | Modelo  | Especie  | Fuente bibliográfica                         |
|------|-----|-------------|----|----|----------|---------|--------|---|---|--|--|
| BH   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 13.371   | 2.234   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BH   | DW  | ht          | -  | -  | 0.018    | 1.166   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BH   | DW  | ht          | -  | -  | 0.182    | 0.060   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BI   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 3.641    | 1.713   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BI   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 2.994    | 1.671   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | POR | Dbe_d1.3    | -  | -  | 153.3075 | -0.4076 | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. nigra</i>                                | de Benitez et al., 2014                      |
| BR   | POR | Dbe_d1.3    | -  | -  | 64.9092  | 1.0450  | 0.0300 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>                                | de Benitez et al., 2014                      |
| BR   | POR | Dbe_d1.3    | -  | -  | 57.8171  | 1.9665  | 0.0904 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>                                | de Benitez et al., 2014                      |
| BR   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 74.888   | 2.519   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 66.134   | 2.676   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 69.205   | 2.455   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | Dbe_db      | -  | -  | 15.265   | 2.301   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | ht          | -  | -  | 0.04     | 1.740   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | ht          | -  | -  | 0.011    | 1.534   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | ht          | -  | -  | 0.001    | 2.130   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BR   | DW  | ht          | -  | -  | 0.002    | 1.84    | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i>                           | Sharifi et al., 1982                         |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3    | -  | -  | 0.1355   | 2.3222  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>                                 | Atanasio et al., 2017                        |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3    | -  | -  | 0.0846   | 2.0959  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>                                 | Atanasio et al., 2017                        |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3    | -  | -  | 0.2826   | 1.3679  | 3.0781 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>                                 | Atanasio et al., 2017                        |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3    | -  | -  | 0.2462   | 1.2432  | 2.2811 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i><br><i>P. alba/ P. chilensis</i> | Atanasio et al., 2017<br>Felker et al., 1982 |
| BT   | DW  | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.558    | -1.310  | -      | - | $Y = a \cdot X1 + b$                          | <i>P. alba (0039)</i>                          | Felker et al., 1982                          |
| BT   | DW  | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.11     | -1.02   | -      | - | $Y = a \cdot X1 + b$                          | <i>P. alba (0163)</i>                          | Felker et al., 1982                          |
| BT   | DW  | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.31     | -1.13   | -      | - | $Y = a \cdot X1 + b$                          | <i>P. chilensis (0009)</i>                     | Felker et al., 1982                          |
| BT   | DW  | log(Dbe_db) | -  | -  | 1.43     | -0.48   | -      | - | $Y = a \cdot X1 + b$                          | <i>P. glandulosa var rorreyana (0001)</i>      | Felker et al., 1982                          |
| BT   | DW  | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.74     | -1.310  | -      | - | $Y = a \cdot X1 + b$                          |  |  |

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1              | X2 | X3 | a        | b       | c      | d | Modelo                 | Especie   | Fuente bibliográfica             |
|------|----|-----------------|----|----|----------|---------|--------|---|------------------------|---|----------------------------------|
| BT   | DW | Dbe_d1.3        | -  | -  | -97.9663 | 6.2811  | 0.4963 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$      | <i>P. nigra</i>                                 | de Benitez et al., 2014          |
| BT   | DW | Dbe_d1.3        | ht | -  | 32.0443  | 0.0545  | -      | - | $Y=a+b*X1*X2$          | <i>P. nigra</i>                                 | de Benitez et al 2014            |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -175.09  | 18.15   | -      | - | $Y=a+b*X1$             | <i>P. flexuosa</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -53.75   | 0.48    | -      | - | $Y=a+b*X1^2$           | <i>P. flexuosa</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | ht | -  | -4.34    | 0.06    | -      | - | $Y=a+b*X1^2*ht$        | <i>P. flexuosa</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -1.4     | 02.07   | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$  | <i>P. flexuosa</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -46.16   | 6.87    | -      | - | $Y=a+b*X1$             | <i>P. torquata</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -6.04    | 0.22    | -      | - | $Y=a+b*X1^2$           | <i>P. torquata</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | ht | -  | -4.22    | 0.06    | -      | - | $Y=a+b*(X1^2)*ht$      | <i>P. torquata</i>                              | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3        | -  | -  | -1.71    | 1.97    | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$  | <i>P. torquata</i><br><i>P. alba/ chilensis</i> | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | AB_db           | -  | -  | 0.342    | -0.379  | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | $\log(AB\_db)$  | -  | -  | 1.29     | -0.882  | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | $\log(Dbe\_db)$ | -  | -  | 2.58     | -1.02   | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | $\log(Dbe\_db)$ | -  | -  | 11.60    | -1.23   | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BAT  | FW | Dbe_db          | -  | -  | 0.341    | -0.965  | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | Vc              | -  | -  | 0.00302  | -0.974  | -      | - | $Y=a*X1+b$             | <i>P. alba/ chilensis</i>                       | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BAT  | FW | Dbe_db          | -  | -  | 2.5746   | -1.1029 | -      | - | $\log Y=a*\log(X1) +b$ | <i>P. alba clone B2V50</i>                      | Felker et al., 1989              |
| BAT  | FW | Dbe_db          | -  | -  | 2.2902   | -0.9552 | -      | - | $\log y=a*\log(X1) +b$ | <i>P. alba clone B2V50</i>                      | Felker et al., 1989              |
| BAT  | FW | Dbe_db          | -  | -  | 2.2380   | -0.9648 | -      | - | $\log Y=a*\log(X1) +b$ | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i>    | Felker et al., 1989              |
| BAT  | FW | Dbe_db          | -  | -  | 2.5655   | -1.0535 | -      | - | $\log Y=a*\log(X1) +b$ | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i>    | Felker et al., 1989              |

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2       | X3 | a      | b       | c    | d | Modelo  | Especie  | Fuente bibliográfica |
|------|----|----------|----------|----|--------|---------|------|---|---|--|----------------------|
| BAT  | FW | Dbe_db   | -        | -  | 2.5440 | 1.1258  | -    | - | $\log Y = a * \log(X1) + b$                   | <i>P. alba glandulosa</i><br><i>Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db   | -        | -  | 2.2316 | -0.9142 | -    | - | $\log Y = a * \log(X1) + b$                   | <i>P. alba glandulosa</i><br><i>Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db   | -        | -  | 2.5932 | -1.1323 | -    | - | $\log Y = a * \log(X1) + b$                   | <i>P. alba clone 0166</i>                            | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db   | -        | -  | 2.3680 | 1.0997  | -    | - | $\log Y = a * \log(X1) + b$                   | <i>P. alba clone 0166</i>                            | Felker et al., 1989  |
| BV   | DW | Dbe_db   | -        | -  | 12.43  | 2.283   | -    | - | $\log Y = \log(a) + b * \log(X1)$             | <i>P. glandulosa</i>                                 | Sharifi et al., 1982 |
| BV   | DW | Dbe_db   | -        | -  | 13.65  | 2.380   | -    | - | $\log Y = \log(a) + b * \log(X1)$             | <i>P. glandulosa</i>                                 | Sharifi et al., 1982 |
| BH   | DW | Ac       | -        | -  | 3      | 60      | 4    | - | $Y = a + b * X1 + c * X1^2$                   | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Ac       | -        | -  | 94     | 136     | -    | - | $Y = a + b * X1^2$                            | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Ac       | -        | -  | 138    | -       | -    | - | $Y = a * X1^2$                                | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Ac       | -        | -  | 287    | -       | -    | - | $Y = a * X1^2$                                | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Ac       | -        | -  | 220    | -       | -    | - | $Y = a * X1^2$                                | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BH   | DW | Vc       | -        | -  | 79     | -       | -    | - | $Y = a * X1$                                  | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Vc       | -        | -  | 1386   | -       | -    | - | $Y = a * X1$                                  | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Vc       | -        | -  | 1313   | -       | -    | - | $Y = a * X1$                                  | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Vc       | -        | -  | 2778   | -       | -    | - | $Y = a * X1$                                  | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Vc       | -        | -  | 2130   | -       | -    | - | $Y = a * X1$                                  | <i>P. glandulosa</i>                                 | Ludwig et al., 1975  |
| BF   | DW | Dbe_d1.3 | ht       | -  | -4.32  | -0.07   | 1.20 | - | $\log Y = a + b * X1 + c * \log((X1^2) * X2)$ | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | ht       | DMC_d0.3 | -  | -1.92  | 0.24    | 1.26 | - | $\log Y = a + b * X1 + c * \log(X1)$          | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | Dbe_d0.3 | -        | -  | -2.12  | 1.85    | 0    | - | $\log Y = a + b * \log(X1)$                   | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | ht       | DMC_d1.3 | -  | -7.64  | 0.30    | 1.74 | - | $\log Y = a + b * X1 + c * \log((X2^2) * X1)$ | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbe_d1.3 | -        | -  | -6.30  | 3.45    | -    | - | $\log Y = a + b * \log(X1)$                   | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbe_d0.3 | -        | -  | -10.32 | -0.08   | 5.34 | - | $\log Y = a + b * X1 + c * \log(X1)$          | <i>P. nigra</i>                                      | Sione et al., 2020   |

### 3 Informe estimación de biomasa julio 2023

**Estimación biomasa de una población del género *Neltuma*  
(ex *Prosopis*) (algarrobo) emplazada en la quebrada de  
Camar, Borde Este del Salar de Atacama**



**Informe técnico**

**Tercer trimestre PdC acción 24 Salar de Atacama Julio 2023.**

**Preparado para Geobiota**

Dr. Gustavo Cruz M.

Ing. For. Patricio Tapia A.

Consultores independientes

Santiago, Chile

Agosto 2023



## **TABLA DE CONTENIDOS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>   | <b>ii</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>OBJETIVOS.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>MATERIALES Y METODOLOGÍA .....</b>  | <b>4</b>  |
| Caracterización de la población.....   | 4         |
| Estimación de la biomasa aérea para la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ).4 |           |
| Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población .....                           | 6         |
| Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población .....                    | 7         |
| <b>RESULTADOS.....</b>   | <b>8</b>  |
| Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) .....                        | 8         |
| Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie A .....                | 10        |
| Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie B .....                | 12        |
| Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie C .....                | 14        |
| Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie D.....                 | 16        |
| Funciones de biomasa aérea seleccionadas .....   | 18        |
| Determinación de la biomasa aérea de la población .....  | 18        |
| Cambio en las existencias de la población .....  | 21        |
| <b>DISCUSION .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Anexo 1 .....</b>   | <b>43</b> |
| <b>Anexo 2 .....</b>   | <b>49</b> |
| <b>1 Introducción.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 Instrumentos necesarios para medición.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>3 Elementos para el registro de las variables a medir.....</b>                                  | <b>1</b>  |
| 3.1 Variables de ubicación y registro.....   | 2         |
| 3.2 Variables del individuo.....   | 2         |
| <b>4 Registro de vástagos del individuo .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Anexo 3 .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Anexo 4 .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Anexo 5 .....</b>   | <b>26</b> |

## RESUMEN

---

Se estimaron las existencias y cambios en la biomasa aérea por componente de una población de árboles del género *Neltuma* sp. (ex *Prosopis* sp.) ubicada en la quebrada de Camar, Región de Antofagasta, segregada en cuatro Series (A, B, C y D). La estimación de la biomasa aérea por componente, correspondiente a julio de 2023, se realizó a partir de un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento (256 individuos), siendo posible a la fecha medir 186 árboles. Los individuos restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz, siendo imposible su medición en terreno.

Las mediciones en los árboles registraron distintas variables dendrométricas (Diámetro máximo de la copa, Diámetro de copa a los 90°, Altura total de los individuos, Diámetro basal, Diámetro a la altura del pecho, Largo del vástago), las cuales se incorporaron en modelos de regresión obtenidos de la literatura, considerando sus características de hábito de crecimiento y vitalidad. Además, los parámetros dendrométricos y de biomasa obtenidos se compararon con información disponible de mediciones anteriores (noviembre 2020, abril 2022, enero 2023, abril 2023).

A nivel de población un 69,3% de los árboles medidos, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. La mayor parte de los individuos (80,6%) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor diámetro (> 20,0 cm) sólo representan el 9,1% del total y pueden alcanzar en promedio hasta los 7,0 m de altura. Predominan los individuos plurifustales, (más de un vástago) cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 27 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 3,03 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 74,2 % de esta lo acumulan ocho individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm). El promedio de las áreas de la copa de los individuos fluctúa entre 0,065 y 92,3 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

A nivel de serie, un 58,2%; 83,3%; 70,3% y un 75,3% de los árboles medidos de la Serie A, B, C y D respectivamente, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. Para la Serie A, C y D, predominan (52,7%; 68,5%; 66,2%, respectivamente) las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm para la serie A y los 12 cm para las series C y D. Por el contrario, en la serie B predominan las clases diamétricas de mayor tamaño (> a 7,5 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 85 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 7,2 m. En todas las series predominan

los individuos plurifustales, alcanzando medias que van desde los 2 hasta los 42,0; 40,0; 24,6 y 8,3 vástagos por individuo para las series A, B, C y D respectivamente. Las áreas basales acumuladas son por lo general bajas, registrando valores de 0,9081; 0,0646 y 0,0508 m<sup>2</sup> para las series A, C y D respectivamente, sólo la serie B presenta un valor más alto de área basal acumulada, alcanzado los 2,0090 m<sup>2</sup>, en donde el 91,5 % de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>60 cm). El promedio de las áreas de la copa no supera los 0,06 m<sup>2</sup> para las Series C y D, pero alcanzan valores medios máximos de 21,23 m<sup>2</sup> y 92,30 m<sup>2</sup> para las series A y B respectivamente.

A nivel de población (individuos vivos + secos), la biomasa aérea total alcanza a 5.205,4 kg, con un valor promedio por individuo de 27,9 kg, donde los individuos vivos y secos representa el 95,1 y el 4,9 %, respectivamente. La biomasa se acumula mayoritariamente en el componente ramas (60,2 %), le siguen en orden de magnitud, el componente fuste (32,2 %) y hojas (7,6 %).

Entre abril de 2022 y julio de 2023, existe un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,4 cm) y en el área basal acumulada (0,5658 m<sup>2</sup>) de la población, lo cual daría cuenta de un crecimiento de los árboles estudiados.

Con respecto a la biomasa aérea en el periodo abril 2022 a julio de 2023, la población presenta una tendencia de aumento en la biomasa de ramas (media de 245,6 kg) y en la biomasa aérea total (media de 327,5 kg), pero exhibe una tendencia a la disminución de la biomasa para las componentes hojas (media de 56,2 kg).

Los resultados obtenidos deben tomarse como una referencia preliminar ya que corresponden al análisis de cinco mediciones y sólo tres, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual de desarrollo de la población.

## INTRODUCCIÓN

---

En el marco del procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante la Resolución Exenta N°1/Rol F-041-2016 (rectificado por Res. Ex. N°4/Rol F-041-2016), y aprobado el 29 de agosto del 2022, en la Res. Ex N°38/Rol-F041-2016, se considera aquí la complementación de la información contenida en los informes del Plan de Seguimiento Ambiental Biológico (PSAB) en cuanto a la acción 23 que complementa el monitoreo de los Algarrobos que son objeto de seguimiento ambiental conforme la RCA N°226/2006. Esto a través de la incorporación de variables o análisis adicionales; y posteriormente, la implementación de la acción 24 de Plan de cumplimiento, que incorporará el seguimiento ambiental de individuos de Algarrobos y otras formaciones vegetacionales en la Quebrada de Camar que no forman parte del seguimiento ambiental comprometido en el marco de la RCA 226/2006; y la incorporación de nuevos parámetros y variables de monitoreo en el sector, para lo cual se solicita la estimación de las variables dendrométricas, desde ahora, biomasa de los individuos de Algarrobo que se encuentran en pie dentro de la quebrada.

El género *Neltuma* (*ex Prosopis*, ver Hughes *et al.*, 2022)<sup>1</sup> en general está conformado por árboles nativos que crecen en las regiones áridas y semiáridas de Chile y otros países del cono sur (Rodríguez *et al.*, 1983; Zuloaga *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2018). Estas especies tienen una alta capacidad para desarrollarse en zonas con baja disponibilidad de agua y fuertemente salinas. Este es el caso de la población bajo monitoreo (en adelante la población) ubicada en la quebrada de Camar, Salar de Atacama.

Uno de los métodos más precisos para la estimación de la biomasa es el Método de regresión, (Satoo y Madgwick, 1982). Este se basa en funciones alométricas (Huxley, 1924; Gayon, 2000) construidas a partir del peso seco por componentes y total del árbol, como variables dependientes y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o a la altura del tocón (DAT), como variable independiente (Baskerville, 1972). Sin embargo, su aplicación práctica demanda la corta y medición de individuos (método destructivo con árboles muestra) para su construcción. Dada, la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo en la población de Camar, con objeto de elaborar funciones locales de biomasa, exige que la estimación de la biomasa aérea sea obtenida mediante funciones publicadas en la literatura para el género *Prosopis* o afines a este. Estas funciones han sido desarrolladas en su mayoría en el extranjero (Argentina, USA, Brasil), ya que estas son casi inexistentes en el país.

En este contexto, este estudio estima la biomasa aérea promedio por componente y total de una población de árboles del género *Neltuma* (*ex Prosopis*) (algarrobo), ubicada en la

---

<sup>1</sup> Los cambios a nivel taxonómico del género *Prosopis*, afectan a la especie aquí estudiada, sin embargo para efecto de la bibliografía que sostiene este informe, se considerarán los nombres publicados en la literatura consultada.

quebrada de Camar. Este se basa en datos registrados durante el mes de julio de 2023 por un equipo de especialistas de Geobiota y el posterior procesamiento y análisis de funciones de biomasa publicadas en la literatura especializada (e. g. Felker *et al.*, 1982, Felker *et al.*, 1989, Fernandes *et al.*, 1996), las cuales son aplicables a esta población, realizado por los autores de este informe.

A continuación, se presentan los objetivos, metodología, resultados y conclusiones del estudio realizado. Información detallada y complementaria se entrega en apéndices y anexos.

## OBJETIVOS

---

El objetivo general es estimar la biomasa de una población de árboles pertenecientes al género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (algarrobo) ubicados en la quebrada de Camar, Salar de Atacama, Región de Antofagasta.

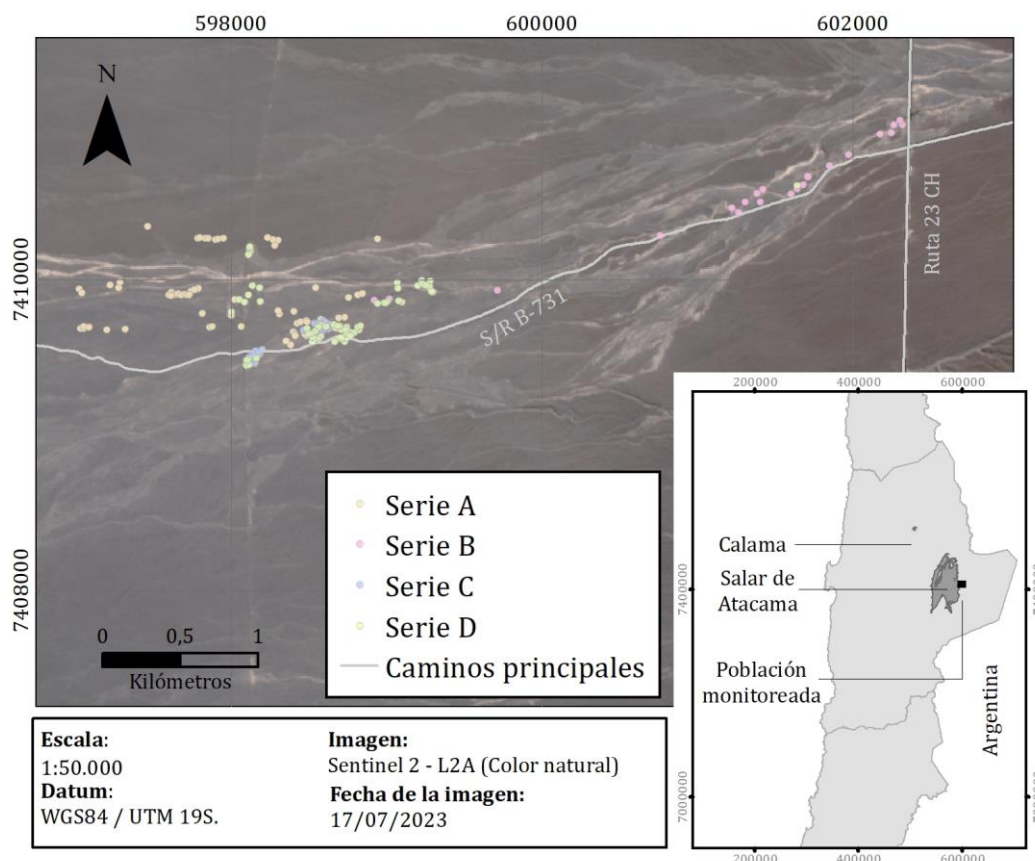
Además, tiene como objetivos específicos:

- Búsqueda, análisis y selección de funciones alométricas de biomasa aérea según componente (fuste, ramas, hojas y total).
- Elaboración de un inventario por componente aéreo, según clase de tamaño de la población (censo).
- Estimación de la biomasa según componentes (fuste, ramas, hojas y frutos) de los individuos del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (algarrobo), teniendo en consideración una segregación por tamaño de la población inventariada.
- Estimación del cambio en biomasa aérea de la población en el período 2020-2023.

## MATERIALES Y METODOLOGÍA

### Caracterización de la población

La población perteneciente al género *Neltuma* (*ex Prosopis*) se ubica en la Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia del Loa, Región de Antofagasta (El detalle de las coordenadas de ubicación de cada individuo se presentan en el Anexo 1), y está compuesta por árboles de origen natural de diversos tamaños y se extiende en una superficie aproximada de 1.000 ha (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de la población monitoreada, los colores indican las series en las cuales se encuentran segregados los individuos. Imagen satelital, Sentinel 2 - L2A, Color natural del 17 de julio de 2023.

### Estimación de la biomasa aérea para la población del género *Neltuma* (*ex Prosopis*)

#### 1.1.1 Censo en terreno de la población del género *Neltuma* (*ex Prosopis*)

Para estimar la biomasa de la población del género *Neltuma* (*ex Prosopis*) se realizó un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento, registrando aquellas variables arbóreas en terreno más utilizadas por los modelos de regresión reportados por la literatura (e. g. Ludwig et al., 1975, Sharifi et al., 1982, Felker et al., 1982, Fernandes et al.,

1996, Hierro et al., 2000, , Ledesma et al., 2010, Álvarez et al., 2011) y que permitieron estimar en forma eficiente la cantidad de biomasa área para estos individuos en particular.

Las variables registradas en terreno y los procedimientos para su relevamiento se encuentran en el Anexo 2, entre las variables más importantes se encuentran:

- Diámetro máximo de la copa (mcw). Corresponde al diámetro más largo de la copa del individuo en cm.
- Diámetro de copa a los 90° del mcw (cw90). Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido en cm.
- Altura total (ht). Altura total del individuo en m.

Adicionalmente, para los individuos plurifustales (con más de un vástago) se registró para todos los diámetros basales mayores a 2,5 cm las siguientes variables:

- Diámetro basal (db). Diámetro medido en la base del fuste (0,1 m del suelo) en cm. Esta medición se realizó en todos los vástagos o fustes, lo cual permitió registrar a su vez el diámetro de fuste o vástago más largo.
- Diámetro a la altura del pecho ( $d_{1.3}$ ). Diámetro medido a 1.3 m del suelo, en cm. (según se presente)
- Largo del vástago (hf). Largo del fuste desde la base hasta el extremo superior en cm.

Además, se contaron todos los individuos con diámetros basales menores a 2.5 cm, y se les midió la altura individual (cm).

Debido a que los individuos presentaron más de un vástago<sup>(2)</sup>, la caracterización de la población según la clase diamétrica se realizó utilizando el Diámetro basal equivalente (Dbe), que estima el diámetro que tendría cada árbol si tuviera un único fuste conformado por los diámetros basales a una altura de 10 cm del suelo de todos los vástagos existentes. Esto se calculó con siguiente fórmula (Álvarez *et al.*, 2011):

$$Dbe = 2 \sqrt{\sum \left(\frac{db_{0.1}}{2}\right)^2}$$

Donde:

$Dbe$  = Diámetro basal equivalente (cm)

$db_{0.1}$  = Diámetros basales de cada vástago a 10 cm de altura del suelo

A partir de esta información se determinaron los siguientes parámetros:

---

<sup>2</sup> Tallos, rebrotes o fustes que brotan desde la base de un árbol cercano al suelo originando que este no presente un tronco o fuste único (individuo plurifustal).



- Rango diamétrico (Dbe) (cm).
- Altura media por rango diamétrico (m).
- Abundancia (Nº de vástagos).
- Área basal (m<sup>2</sup>).
- Área de copa (Acopa) (m<sup>2</sup>).
- Volumen de copa (Vc) (m<sup>3</sup>).

### **1.1.2 Selección de los modelos para estimar la biomasa aérea**

Para estimar la biomasa aérea de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) se procedió a probar una selección de modelos de regresión (Anexo 3), los cuales corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa (Prodan *et al.*, 1997; Husch 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012). Se preseleccionaron 135 modelos de regresión para estimar la biomasa para especies de género *Neltuma* (ex *Prosopis*) reportada por la literatura (Anexo 4).

Para la selección de los mejores modelos, desde el punto de su aplicabilidad a la población local, se siguieron los siguientes pasos metodológicos. En un primer paso se descartaron aquellos modelos cuyas variables o rangos de aplicación estuvieran alejados de las características de los individuos de la población bajo estudio, o la información disponible publicada fuera insuficiente para la aplicación del modelo. En un segundo paso, con aquellos inicialmente seleccionados se calculó preliminarmente la biomasa aérea total de cada individuo de la población, determinándose el máximo, mínimo, media y desviación estándar de los resultados de biomasa obtenidos. Estos resultados individuales se agruparon en bandas de confianza en torno a la desviación estándar de la media. En un tercer paso y final, se seleccionaron sólo aquellos modelos cuyos resultados de biomasa promedio se agruparon dentro del rango 50%-100% de la desviación estándar de la media, según el número de funciones disponibles. Se considera este valor como conservador para el intervalo de confianza en el que se mueve el estadígrafo de posición. Esto teniendo en cuenta que los individuos de la población censada presentan una alta variabilidad de tamaños y las funciones aplicadas provienen de poblaciones de diversas especies del género *Prosopis* y, a su vez, con diversos tamaños y hábitos de crecimiento.

### **Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población**

La determinación de la biomasa aérea se realizó mediante la aplicación del conjunto de modelos seleccionados a cada individuo de la población, obteniéndose un valor medio de biomasa aérea para cada componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total). Es importante señalar, que las funciones de regresión empleadas no son aditivas, ya que, cada componente de la biomasa y el total se ajusta por separado (regresiones independientes). Así, el total de la suma de cada componente de la biomasa individual difiere del total de biomasa por individuo ajustado por separado (Parresol, 2001).

Para la determinación de la biomasa de frutos se procedió de la siguiente manera: Cuando los árboles presentaran menos de 100 frutos se realizó un conteo de los frutos en las

cuatro exposiciones de la copa de los árboles, y cuando estos presentaban más de 100 frutos, se realizó una estimación mediante el conteo de frutos en un volumen de 0,015m<sup>3</sup>, (cubo 0,25x0,25x0,25 m) en las cuatro exposiciones de la copa, para luego ser ajustado al total del volumen de la copa previamente calculado. Con los datos obtenidos, se construyó un modelo que permitió obtener el total de frutos para cada individuo, lo cual se ponderó por el peso de cada fruto, utilizando un valor conservador de 5,6 gr/fruto (Sciammaro, *et al.*, 2015) y se obtuvo el peso húmedo de frutos por árbol y el total para la población.

### **Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población**

Para estimar el cambio en las existencias en biomasa se comparó la biomasa registrada por la población durante la medición de enero, abril y julio de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D). Es importante señalar, que los resultados obtenidos para las mediciones anteriores pueden variar levemente con respecto a lo reportado en los informes, considerando que se realizó una depuración, complemento y consolidación de la base de datos. Además, se ajustaron los modelos utilizados a partir de la nueva información incorporada a la base de datos en las últimas mediciones. La comparación estadística se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p<0,05$ ) o prueba de Mann-Whitney ( $p<0,05$ ) según la cantidad de mediciones registradas, para analizar si existen diferencias en las medias de la biomasa aérea reportadas según componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total).

## RESULTADOS

---

### Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)

La base de datos analizada presenta 256 registros correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (Series A, B, C, D) de los cuales fue posible ubicar y medir 186 árboles (72,7%). Los 70 árboles (27,3%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 69,3% de los árboles (129 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 30,7% restante (57 árboles) actualmente no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 1, la mayor parte de los individuos (80,6%, 150 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm, 2,6 a 5 cm y 5,0-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representan el 9,1% (17 árboles) y pueden alcanzar en promedio hasta los 7,0 m de altura.

La mayoría de los individuos (93,0%, 173 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 27 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 3,0326 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 74,2% de esta lo acumulan ocho individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,065 y 92,3 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

**Cuadro 1.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulada y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*). (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 16                         | 25        | 41                 | 2,8   | 2,5        | 2,6                | 0,2        | 0,1        | 0,1                | 0,0054                 | 0,0076        | 0,0130             | 0,12                       | 0,03        | 0,06               |
| 2,6 - 5                        | 72                         | 21        | 93                 | 8,6   | 7,4        | 8,3                | 0,1        | 0,2        | 0,2                | 0,0776                 | 0,0204        | 0,0980             | 0,12                       | 0,49        | 0,21               |
| 5,1 - 7,5                      | 12                         | 4         | 16                 | 19,8  | 14,3       | 18,4               | 0,3        | 0,7        | 0,4                | 0,0347                 | 0,0087        | 0,0434             | 0,54                       | 2,40        | 1,01               |
| 7,6 - 10                       | 5                          | 1         | 6                  | 26,0  | 12,0       | 23,7               | 0,8        | 2,1        | 1,0                | 0,0305                 | 0,0057        | 0,0362             | 3,08                       | 6,54        | 3,66               |
| 10,1 - 12,5                    | 3                          | 1         | 4                  | 54,3  | 1,0        | 41,0               | 1,5        | 0,7        | 1,3                | 0,0287                 | 0,0082        | 0,0369             | 9,57                       | 1,18        | 7,47               |
| 12,6 - 15                      | 4                          | 1         | 5                  | 23,0  | 27,0       | 23,8               | 1,3        | 0,5        | 1,1                | 0,0637                 | 0,0156        | 0,0793             | 6,70                       | 1,80        | 5,72               |
| 15,1 - 17,5                    | 1                          | 2         | 3                  | 15,0  | 10,0       | 11,7               | 1,6        | 1,1        | 1,3                | 0,0231                 | 0,0471        | 0,0702             | 6,43                       | 3,78        | 4,66               |
| 17,6 - 20                      | 1                          | -         | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 2,4        | -          | 2,4                | 0,0267                 | -             | 0,0267             | 16,83                      | -           | 16,83              |
| 20,1 - 22,5                    | 2                          | -         | 2                  | 5,0   | -          | 5,0                | 1,8        | -          | 1,8                | 0,0713                 | -             | 0,0713             | 17,54                      | -           | 17,54              |
| 22,6 - 25                      | 2                          | -         | 2                  | 5,5   | -          | 5,5                | 1,9        | -          | 1,9                | 0,0932                 | -             | 0,0932             | 10,81                      | -           | 10,81              |
| 25,1 - 27,5                    | 2                          | 1         | 3                  | 7,5   | 2,0        | 5,7                | 3,1        | 0,9        | 2,3                | 0,1013                 | 0,0496        | 0,1509             | 19,71                      | 1,49        | 13,63              |
| 27,6 - 30                      | 1                          | -         | 1                  | 2,0   | -          | 2,0                | 3,3        | -          | 3,3                | 0,0606                 | -             | 0,0606             | 21,23                      | -           | 21,23              |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 2,0   | 4,0        | 3,0                | 3,8        | 2,6        | 3,2                | 0,0746                 | 0,0717        | 0,1463             | 24,96                      | 14,91       | 19,94              |
| 32,6 - 35                      | 1                          | -         | 1                  | 14,0  | -          | 14,0               | 2,3        | -          | 2,3                | 0,0956                 | -             | 0,0956             | 19,24                      | -           | 19,24              |
| 45,1 - 47,5                    | 1                          | -         | 1                  | 8,0   | -          | 8,0                | 1,9        | -          | 1,9                | 0,1718                 | -             | 0,1718             | 14,34                      | -           | 14,34              |
| 47,6 - 50                      | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 3,2        | -          | 3,2                | 0,1832                 | -             | 0,1832             | 32,26                      | -           | 32,26              |
| 65,1 - 67,5                    | 2                          | -         | 2                  | 14,5  | -          | 14,5               | 5,0        | -          | 5,0                | 0,6926                 | -             | 0,6926             | 79,36                      | -           | 79,36              |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 7,2        | -          | 7,2                | 0,3959                 | -             | 0,3959             | 86,31                      | -           | 86,31              |
| 82,6 - 85                      | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 6,3        | -          | 6,3                | 0,5675                 | -             | 0,5675             | 92,30                      | -           | 92,30              |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>129</b>                 | <b>57</b> | <b>186</b>         | <b>10,9</b>   | <b>6,0</b> | <b>9,4</b>         | <b>0,7</b> | <b>0,3</b> | <b>0,6</b>         | <b>2,7980</b>          | <b>0,2346</b> | <b>3,0326</b>      | <b>5,09</b>                | <b>0,95</b> | <b>3,82</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

### **Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie A**

La Serie A, consta de 75 registros correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 55 árboles (73,3%). Los 20 árboles (26,7%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 58,2% (32 árboles) de los árboles medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 41,8% (23 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 2, la mayor parte de los individuos (52,7%, 29 árboles) de la serie A, se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm; 2,6 a 5 cm; 5,1-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm. Los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 18,2 % (10 árboles) y pueden alcanzar hasta los 3,3 m de altura.

La mayoría de los individuos (89,0%, 49 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 42 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 0,9081 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie A, en donde el 70,9 % de esta lo acumulan ocho individuos de gran tamaño ( $Db_{e}>20$  cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,02 y 21,23 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño.

**Cuadro 2.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie A. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 2                          | 6         | 8                  | 4,0   | 1,7        | 2,3                | 0,4        | 0,2        | 0,2                | 0,0010                 | 0,0012        | 0,0022             | 0,43                       | 0,02        | 0,13               |
| 2,6 - 5                        | 6                          | 6         | 12                 | 7,2   | 7,5        | 7,3                | 0,5        | 0,5        | 0,5                | 0,0068                 | 0,0065        | 0,0133             | 1,14                       | 1,04        | 1,09               |
| 5,1 - 7,5                      | 5                          | 4         | 9                  | 13,2  | 14,3       | 13,7               | 0,6        | 0,7        | 0,7                | 0,0136                 | 0,0087        | 0,0223             | 1,27                       | 2,40        | 1,78               |
| 7,6 - 10                       | 4                          | 1         | 5                  | 25,0  | 12,0       | 22,4               | 0,8        | 2,1        | 1,1                | 0,0242                 | 0,0057        | 0,0299             | 3,13                       | 6,54        | 3,81               |
| 10,1 - 12,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 83,0  | 1,0        | 42,0               | 1,4        | 0,7        | 1,0                | 0,0120                 | 0,0082        | 0,0202             | 14,72                      | 1,18        | 7,95               |
| 12,6 - 15                      | 4                          | 1         | 5                  | 23,0  | 27,0       | 23,8               | 1,3        | 0,5        | 1,1                | 0,0637                 | 0,0156        | 0,0793             | 6,70                       | 1,80        | 5,72               |
| 15,1 - 17,5                    | 1                          | 2         | 3                  | 15,0  | 10,0       | 11,7               | 1,6        | 1,1        | 1,3                | 0,0231                 | 0,0471        | 0,0702             | 6,43                       | 3,78        | 4,66               |
| 17,6 - 20                      | 1                          | -         | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 2,4        | -          | 2,4                | 0,0267                 | -             | 0,0267             | 16,83                      | -           | 16,83              |
| 20,1 - 22,5                    | 2                          | -         | 2                  | 5,0   | -          | 5,0                | 1,8        | -          | 1,8                | 0,0713                 | -             | 0,0713             | 17,54                      | -           | 17,54              |
| 22,6 - 25                      | 2                          | -         | 2                  | 5,5   | -          | 5,5                | 1,9        | -          | 1,9                | 0,0932                 | -             | 0,0932             | 10,81                      | -           | 10,81              |
| 25,1 - 27,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 2,0   | 2,0        | 2,0                | 3,6        | 0,9        | 2,3                | 0,0512                 | 0,0496        | 0,1008             | 13,89                      | 1,49        | 7,69               |
| 27,6 - 30                      | 1                          | -         | 1                  | 2,0   | -          | 2,0                | 3,3        | -          | 3,3                | 0,0606                 | -             | 0,0606             | 21,23                      | -           | 21,23              |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 2,0   | 4,0        | 3,0                | 3,8        | 2,6        | 3,2                | 0,0746                 | 0,0717        | 0,1463             | 24,96                      | 14,91       | 19,94              |
| 45,1 - 47,5                    | 1                          | -         | 1                  | 8,0   | -          | 8,0                | 1,9        | -          | 1,9                | 0,1718                 | -             | 0,1718             | 14,34                      | -           | 14,34              |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>32</b>                  | <b>23</b> | <b>55</b>          | <b>14,0</b>   | <b>7,7</b> | <b>11,4</b>        | <b>1,3</b> | <b>0,7</b> | <b>1,0</b>         | <b>0,6938</b>          | <b>0,2143</b> | <b>0,9081</b>      | <b>6,95</b>                | <b>2,15</b> | <b>4,95</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

### **Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie B**

La serie B, consta de 22 registros correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 12 árboles (54,5%). Los 10 árboles (45,5%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 83,3% de los árboles (10 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 16,7% (2 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 3, la mayor parte de los individuos de la serie B (83,3 %, 10 árboles) se concentran en las clases diamétricas de mayor tamaño (> a 7,5 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 85 cm y alturas medias que pueden alcanzar hasta los 7,2 m.

La mayoría de los individuos (75,0%, 9 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2 y 40,0 vástagos por individuo.

El área basal es alta considerando el bajo número de individuos que conforman la serie y su gran tamaño, alcanzando los 2,0090 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la Serie B, en donde el 91,5% de esta lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>60 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,31 y 92,30 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de copa.

**Cuadro 3.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie B. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango <i>Db</i><br>(cm)        | Nº individuos<br>(Árboles) |          |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)  |            |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|----------|--------------------|---|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos    | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos      | secos      | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | -                          | 1        | 1                  | -   | 2,0        | 2,0                | -          | 0,1        | 0,1                | -                      | 0,0002        | 0,0002             | -                          | 0,31        | 0,31               |
| 2,6 - 5                        | -                          | 1        | 1                  | -   | 4,0        | 4,0                | -          | 0,6        | 0,6                | -                      | 0,0009        | 0,0009             | -                          | 3,80        | 3,80               |
| 7,6 - 10                       | 1                          | -        | 1                  | 30,0  | -          | 30,0               | 0,7        | -          | 0,7                | 0,0063                 | -             | 0,0063             | 2,87                       | -           | 2,87               |
| 10,1 - 12,5                    | 2                          | -        | 2                  | 40,0  | -          | 40,0               | 1,6        | -          | 1,6                | 0,0167                 | -             | 0,0167             | 7,00                       | -           | 7,00               |
| 25,1 - 27,5                    | 1                          | -        | 1                  | 13,0  | -          | 13,0               | 2,5        | -          | 2,5                | 0,0501                 | -             | 0,0501             | 25,53                      | -           | 25,53              |
| 32,6 - 35                      | 1                          | -        | 1                  | 14,0  | -          | 14,0               | 2,3        | -          | 2,3                | 0,0956                 | -             | 0,0956             | 19,24                      | -           | 19,24              |
| 47,6 - 50                      | 1                          | -        | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 3,2        | -          | 3,2                | 0,1832                 | -             | 0,1832             | 32,26                      | -           | 32,26              |
| 65,1 - 67,5                    | 2                          | -        | 2                  | 14,5  | -          | 14,5               | 5,0        | -          | 5,0                | 0,6926                 | -             | 0,6926             | 79,36                      | -           | 79,36              |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -        | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 7,2        | -          | 7,2                | 0,3959                 | -             | 0,3959             | 86,31                      | -           | 86,31              |
| 82,6 - 85                      | 1                          | -        | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 6,3        | -          | 6,3                | 0,5675                 | -             | 0,5675             | 92,30                      | -           | 92,30              |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>10</b>                  | <b>2</b> | <b>12</b>          | <b>16,9</b>   | <b>3,0</b> | <b>14,6</b>        | <b>3,5</b> | <b>0,4</b> | <b>3,0</b>         | <b>2,0079</b>          | <b>0,0011</b> | <b>2,0090</b>      | <b>43,12</b>               | <b>2,06</b> | <b>36,28</b>       |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente



### **Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie C**

La serie C, presenta 79 registros correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 54 árboles (68,4%). Los 25 árboles (31,6%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 70,3% de los árboles (38 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 29,7% (16 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 4, los árboles de la Serie C no superan los 7,5 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (68,5%, 37 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 a 5 cm con alturas medias que no superan los 12 cm.

La totalidad de los individuos (100%, 54 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,7 y 24,6 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0646 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie C y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,022 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie C. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |       |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |       |                    | Hm<br>(m) |       |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-------|--------------------|---|-------|--------------------|-----------|-------|--------------------|------------------------|--------|--------------------|----------------------------|--------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos | total <sup>a</sup> | vivos   | secos | total <sup>a</sup> | vivos     | secos | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos  | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos* | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 3                          | 7     | 10                 | 3,0   | 2,6   | 2,7                | 0,12      | 0,03  | 0,06               | 0,0011                 | 0,0022 | 0,0033             | 0,007                      | 0,001  | 0,003              |
| 2,6 - 5                        | 28                         | 9     | 37                 | 9,1   | 8,2   | 8,9                | 0,06      | 0,06  | 0,06               | 0,0311                 | 0,0091 | 0,0402             | 0,009                      | 0,009  | 0,090              |
| 5,1 - 7,5                      | 7                          | -     | 7                  | 24,6  | -     | 24,6               | 0,12      | -     | 0,12               | 0,0211                 | -      | 0,0211             | 0,022                      | -      | 0,022              |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | 38                         | 16    | 54                 | 11,4  | 5,8   | 9,8                | 0,08      | 0,05  | 0,07               | 0,0533                 | 0,0113 | 0,0646             | 0,011                      | 0,005  | 0,010              |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

### **Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie D**

La serie D, presenta 80 registros correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 65 árboles (81,3%). Los 15 árboles (18,7%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 75,3% de los árboles medidos (49 árboles) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 24,7% (16 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 5, los árboles de la Serie D no superan los 5 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (66,2%, 43 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 y los 5 cm con alturas medias que no superan los 10 cm.

Casi la totalidad de los individuos presentan más de un vástago (plurifustales) (90,7%, 59 árboles), cuyo número promedio fluctúa entre 2,7 y 8,3 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0508 m<sup>2</sup> y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,06 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie D. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango <i>Db</i><br>(cm)        | Nº individuos<br>(Árboles) |       |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |       |                    | Hm<br>(m) |       |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-------|--------------------|---|-------|--------------------|-----------|-------|--------------------|------------------------|--------|--------------------|----------------------------|--------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos | total <sup>a</sup> | vivos   | secos | total <sup>a</sup> | vivos     | secos | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos  | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos* | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 11                         | 11    | 22                 | 2,5   | 2,9   | 2,7                | 0,1       | 0,1   | 0,1                | 0,0033                 | 0,0039 | 0,0072             | 0,10                       | 0,02   | 0,06               |
| 2,6 - 5                        | 38                         | 5     | 43                 | 8,5   | 6,4   | 8,3                | 0,1       | 0,1   | 0,1                | 0,0397                 | 0,0039 | 0,0436             | 0,05                       | 0,03   | 0,04               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | 49                         | 16    | 65                 | 7,2   | 4,0   | 6,4                | 0,1       | 0,1   | 0,1                | 0,0430                 | 0,0078 | 0,0508             | 0,06                       | 0,02   | 0,05               |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

## Funciones de biomasa aérea seleccionadas

Las funciones de biomasa utilizadas provienen de un análisis preliminar de 135 modelos (Anexo 4), de los cuales se redujo la selección a un total de 43 modelos, donde se utilizan en el análisis seleccionaron ocho funciones para la estimación de la biomasa del componente fustes, seis para el componente ramas, cuatro para el componente hojas y 25 para la estimación de la biomasa total. Las funciones seleccionadas utilizan variables de rápida y fácil medición en terreno, a partir de las cuales se pueden derivar las variables que usan los modelos. Entre las principales se encuentra el diámetro basal equivalente (*Db*), calculado a partir de diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), que se encuentra en los modelos seleccionados para fuste, ramas y biomasa total. Además, estos diámetros en algunos modelos se combinan con la altura total. Las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, dentro de las que se incluye *Prosopis alba*. Además, incluye especies como *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*, especies que en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada.

## Determinación de la biomasa aérea de la población

El Cuadro 6 presenta la biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) de la población de árboles estudiada.

La biomasa aérea alcanza los 5.205,4 kg para el total de la población medida (129 árboles “Vivos” y 57 árboles “Secos”), con un valor promedio por individuos de 27,9 kg. El 92,6% de la biomasa proviene de individuos vivos y sólo el 7,4% restante a individuos secos.

El 67,1% de la biomasa aérea se concentra en cinco individuos monofustales de gran tamaño, con diámetros que van entre los 47,6 y los 82,4 cm y con alturas que van entre los 3,2 m hasta 7,2 m. Es importante señalar, que los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001; ver capítulo 1.3).

Sólo un 1,6% (3 árboles, Ver Anexo 5) de los individuos de la población presenta frutos, con una media de 2,3 frutos/árbol y con una biomasa estimada de 12,9 g /árbol (peso húmedo). La biomasa total de frutos (peso húmedo) no supera los 0,05 kg, concentrándose el total de la biomasa del componente en individuos de la Serie B, que ya habían sido registrados con frutos en la medición anterior (abril 2023).

La biomasa aérea total de los individuos se distribuye porcentualmente de la siguiente forma: un 32,2% corresponde al fuste, 60,2% a ramas, 7,6% a hojas, es importante señalar que, para determinar específicamente estas proporciones por componente de biomasa, sólo se consideraron los individuos vivos, esto debido a que, en el caso de aquellos secos, no se sabe exactamente cuál es la proporción real de cada componente, ya que estos no presentan hojas.

Por otro lado, se excluyó del análisis la biomasa de frutos ya que corresponde al peso húmedo y no es comparable al resto de las componentes.

**Cuadro 6.** Biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (Dbe) de la población de árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos |           |            | Peso seco Fuste<br>(kg) |             |              | Peso seco Ramas<br>(kg) |             |                | Peso seco Hojas<br>(kg) |          |              | Peso húmedo Frutos<br>(kg) |          |             | Peso seco Total<br>(kg) |              |                |
|-------------------|---------------|-----------|------------|-------------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|----------------|-------------------------|----------|--------------|----------------------------|----------|-------------|-------------------------|--------------|----------------|
|                   | vivos         | secos     | total      | vivos                   | secos       | total        | vivos                   | secos       | total          | vivos                   | secos    | total        | vivos                      | secos    | total       | vivos                   | secos        | total          |
| 0 - 2,5           | 16            | 25        | 41         | 5,4                     | 7,6         | 13,0         | 7,6                     | 10,5        | 18,1           | 1,1                     | -        | 1,1          | -                          | -        | -           | 4,5                     | 5,7          | 10,2           |
| 2,6 - 5           | 72            | 21        | 93         | 50,4                    | 14,5        | 64,9         | 149,2                   | 37,9        | 187,1          | 18,2                    | -        | 18,2         | -                          | -        | -           | 92,3                    | 23,6         | 115,9          |
| 5,1 - 7,5         | 12            | 4         | 16         | 16,6                    | 5,5         | 22,1         | 19,5                    | 16,3        | 35,8           | 4,5                     | -        | 4,5          | -                          | -        | -           | 47,8                    | 11,3         | 59,1           |
| 7,6 - 10          | 5             | 1         | 6          | 15,0                    | 3,3         | 18,3         | 1,3                     | 0,2         | 1,5            | 1,6                     | -        | 1,6          | -                          | -        | -           | 53,7                    | 10,1         | 63,8           |
| 10,1 - 12,5       | 3             | 1         | 4          | 11,7                    | 2,9         | 14,6         | 0,5                     | 0,4         | 0,9            | 4,4                     | -        | 4,4          | -                          | -        | -           | 53,1                    | 14,3         | 67,4           |
| 12,6 - 15         | 4             | 1         | 5          | 20,3                    | 4,1         | 24,4         | 2,8                     | 1,3         | 4,1            | 4,2                     | -        | 4,2          | -                          | -        | -           | 113,6                   | 26,6         | 140,2          |
| 15,1 - 17,5       | 1             | 2         | 3          | 7,0                     | 12,5        | 19,5         | 0,1                     | 4,5         | 4,6            | 1,1                     | -        | 1,1          | -                          | -        | -           | 41,7                    | 82,9         | 124,6          |
| 17,6 - 20         | 1             | -         | 1          | 9,2                     | -           | 9,2          | 1,2                     | -           | 1,2            | 3,5                     | -        | 3,5          | -                          | -        | -           | 48,0                    | -            | 48,0           |
| 20,1 - 22,5       | 2             | -         | 2          | 19,3                    | -           | 19,3         | 0,3                     | -           | 0,3            | 5,5                     | -        | 5,5          | -                          | -        | -           | 130,9                   | -            | 130,9          |
| 22,6 - 25         | 2             | -         | 2          | 23,1                    | -           | 23,1         | 0,4                     | -           | 0,4            | 3,9                     | -        | 3,9          | -                          | -        | -           | 161,9                   | -            | 161,9          |
| 25,1 - 27,5       | 2             | 1         | 3          | 32,7                    | 9,6         | 42,3         | 0,9                     | 5,7         | 6,6            | 9,6                     | -        | 9,6          | 0,01                       | -        | 0,01        | 175,9                   | 81,2         | 257,1          |
| 27,6 - 30         | 1             | -         | 1          | 19,0                    | -           | 19,0         | 0,1                     | -           | 0,1            | 5,7                     | -        | 5,7          | -                          | -        | -           | 106,3                   | -            | 106,3          |
| 30,1 - 32,5       | 1             | 1         | 2          | 24,4                    | 17,9        | 42,3         | 0,1                     | 0,1         | 0,2            | 7,4                     | -        | 7,4          | -                          | -        | -           | 131,2                   | 126,0        | 257,2          |
| 32,6 - 35         | 1             | -         | 1          | 20,2                    | -           | 20,2         | 0,7                     | -           | 0,7            | 3,9                     | -        | 3,9          | -                          | -        | -           | 148,0                   | -            | 148,0          |
| 45,1 - 47,5       | 1             | -         | 1          | 26,5                    | -           | 26,5         | 0,6                     | -           | 0,6            | 2,5                     | -        | 2,5          | -                          | -        | -           | 19,9                    | -            | 19,9           |
| 47,6 - 50         | 1             | -         | 1          | 37,7                    | -           | 37,7         | 17,0                    | -           | 17,0           | 6,4                     | -        | 6,4          | -                          | -        | -           | 113,7                   | -            | 113,7          |
| 65,1 - 67,5       | 2             | -         | 2          | 174,7                   | -           | 174,7        | 608,8                   | -           | 608,8          | 53,4                    | -        | 53,4         | 0,03                       | -        | 0,03        | 1.417,6                 | -            | 1.417,6        |
| 70,1 - 72,5       | 1             | -         | 1          | 160,0                   | -           | 160,0        | 261,5                   | -           | 261,5          | 33,0                    | -        | 33,0         | -                          | -        | -           | 688,8                   | -            | 688,8          |
| 82,6 - 85         | 1             | -         | 1          | 161,7                   | -           | 161,7        | 488,4                   | -           | 488,4          | 28,4                    | -        | 28,4         | 0,01                       | -        | 0,01        | 1.274,8                 | -            | 1.274,8        |
| <b>Total</b>      | <b>129</b>    | <b>57</b> | <b>186</b> | <b>834,9</b>            | <b>77,9</b> | <b>912,8</b> | <b>1.561,0</b>          | <b>76,9</b> | <b>1.637,9</b> | <b>198,3</b>            | <b>-</b> | <b>198,3</b> | <b>0,05</b>                | <b>-</b> | <b>0,05</b> | <b>4.823,7</b>          | <b>381,7</b> | <b>5.205,4</b> |

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

Los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001).

## **Cambio en las existencias de la población**

Para estimar el cambio en los parámetros poblacionales se comparó la información registrada para la población durante la medición de julio de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D).

### **1.1.3 Cambios en el número de individuos de la población**

El Cuadro 7, presenta el número de individuos según serie, fecha de medición y vitalidad segregados en Vivos, Secos y Desaparecidos o Desprendidos para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, la población presenta una ligera disminución de los individuos medidos (Vivos+Secos) producto de un ligero incremento en los individuos clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”. En abril de 2022 se registró un 75,3% de los individuos (193 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 24,6% de los individuos (63 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”, en cambio para julio de 2023 se registró un 72,6% de los individuos (186 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 27,3% de los individuos (70 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan una leve disminución de los individuos clasificados como “Vivos”, pasando de un 52,3% de los individuos (134 árboles) a un 50,3% de los individuos (129 árboles) en julio de 2023.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo abril de 2022 y julio de 2023, presentan una disminución de los individuos clasificados “Secos”, pasando de un 23,0% (59 árboles) en abril de 2022 a 22,2% (57 árboles) en julio de 2023.

La Serie A (75 individuos), para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificado como “Secos”. En noviembre de 2020, se registró un 38,6% de los individuos (29 árboles) clasificados como “Vivos” y un 32,0% de los individuos (24 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en julio de 2023 se registró un 42,6% de los individuos (32 árboles) clasificados como “Vivos” y un 30,6% de los individuos (23 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie B (22 individuos), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, se mantiene igual la cantidad de individuos clasificados como “Vivos”, con un 45,5% (10 árboles). Lo individuos clasificados como “Secos” se mantienen constantes durante el periodo alcanzando un 9,1% (2 árboles).



La Serie C (79 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023 presenta una disminución en la cantidad de individuos “Vivos” y “Secos”. En abril de 2022, se registró un 53,1% de los individuos (42 árboles) clasificados como “Vivos” y un 24,1% de los individuos (19 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en julio de 2023 se registró un 48,1% de los individuos (38 árboles) clasificados como “Vivos” y un 20,3% de los individuos (16 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie D (80 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificado como “Secos”. En abril de 2022, se registró un 60,0% de los individuos (48 árboles) clasificados como “Vivos” y un 18,8% de los individuos (15 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en julio de 2023 se registró un 61,3% de los individuos (49 árboles) clasificados como “Vivos” y un 20,0% de los individuos (16 árboles) clasificados como “Secos”.

**Cuadro 7.** Número de individuos según serie y fecha de medición, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C y D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Vitalidad/Serie                          | Número de individuos según fecha de medición (Árboles) |            |            |            |            |
|--|--|------------|------------|------------|------------|
|  | nov-20   | abr-22     | ene-23     | abr-23     | Jul-23     |
| <b>Vivos</b>                             |  |            |            |            |            |
| A  | 29   | 34         | 35         | 34         | 32         |
| B  | -  | 10         | 10         | 9          | 10         |
| C  | -  | 42         | 38         | 40         | 38         |
| D  | -  | 48         | 50         | 55         | 49         |
| <b>Total Vivos</b>                       | <b>29</b>  | <b>134</b> | <b>133</b> | <b>138</b> | <b>129</b> |
| <b>Secos</b>                             |  |            |            |            |            |
| A  | 24   | 23         | 21         | 22         | 23         |
| B  | -  | 2          | 3          | 2          | 2          |
| C  | -  | 19         | 20         | 16         | 16         |
| D  | -  | 15         | 15         | 11         | 16         |
| <b>Total Secos</b>                       | <b>24</b>  | <b>59</b>  | <b>59</b>  | <b>51</b>  | <b>57</b>  |
| <b>Vivos+Secos</b>                       |  |            |            |            |            |
| A  | 53   | 57         | 56         | 56         | 55         |
| B  | -  | 12         | 13         | 11         | 12         |
| C  | -  | 61         | 58         | 56         | 54         |
| D  | -  | 63         | 65         | 66         | 65         |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                 | <b>53</b>  | <b>193</b> | <b>192</b> | <b>189</b> | <b>186</b> |
| <b>Desaparecidos/ Desprendidos</b>       |  |            |            |            |            |
| A  | 22   | 18         | 19         | 19         | 20         |
| B  | -  | 10         | 9          | 11         | 10         |
| C  | -  | 18         | 21         | 23         | 25         |
| D  | -  | 17         | 15         | 14         | 15         |
| <b>Total Desaparecidos/ Desprendidos</b> | <b>22</b>  | <b>63</b>  | <b>64</b>  | <b>67</b>  | <b>70</b>  |
| <b>Total</b>                             | <b>75</b>  | <b>256</b> | <b>256</b> | <b>256</b> | <b>256</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

#### 1.1.4 Cambios en la media de los diámetros basales equivalentes de la población

El Cuadro 8 presenta la media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos de 1,5 cm. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Secos” de 1,9 cm y 0,9 cm respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias para los individuos clasificados como “Vivos” a partir de la medición realizada en abril de 2023 y para los individuos clasificados como “Secos”, para la última medición (julio 2023).

La Serie A, en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificado como “Secos” de 2,1 y 1 cm respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificado como “Secos” de 3,7 y 5,5 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 1,5 y 1,1 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento en el diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,9 y 0,5 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

**Cuadro 8.** Media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Media del diámetro basal equivalente (cm) según fecha de medición |             |              |              |              |              |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Vitalidad/Serie   | nov-20      | abr-22       | ene-23       | abr-23       | jul-23       |
| <b>Vivos</b>  |             |              |              |              |              |
| <b>A</b>  | 11,0 a      | 10,3 a       | 10,4 a       | 12,3 a       | 13,1 a       |
| <b>B</b>  | -           | 39,0 a       | 39,4 a       | 45,2 a       | 42,7 a       |
| <b>C</b>  | -           | 2,5 a        | 2,5 a        | 3,9 b        | 4,0 b        |
| <b>D</b>  | -           | 2,3 a        | 2,4 a        | 3,2 b        | 3,2 b        |
| <b>Media Vivos</b>  | <b>11,0</b> | <b>7,1 a</b> | <b>7,3 a</b> | <b>8,4 b</b> | <b>9,0 b</b> |
| <b>Secos</b>  |             |              |              |              |              |
| <b>A</b>  | 6,6 a       | 6,1 a        | 6,1 a        | 6,5 a        | 7,6 a        |
| <b>B</b>  | -           | 8,1 a        | 6,6 a        | 2,6 a        | 2,6 a        |
| <b>C</b>  | -           | 1,8 a        | 1,9 a        | 2,6 b        | 2,9 b        |
| <b>D</b>  | -           | 1,9 a        | 1,9 a        | 2,3 b        | 2,4 b        |
| <b>Media Secos</b>  | <b>6,6</b>  | <b>3,7 a</b> | <b>3,6 a</b> | <b>4,2 a</b> | <b>4,6 b</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>  |             |              |              |              |              |
| <b>A</b>  | 9,0 a       | 8,6 a        | 8,8 a        | 10,0 a       | 10,8 a       |
| <b>B</b>  | -           | 33,8 a       | 31,9 a       | 37,5 a       | 36,0 a       |
| <b>C</b>  | -           | 2,3 a        | 2,3 a        | 3,5 b        | 3,7 b        |
| <b>D</b>  | -           | 2,2 a        | 2,3 a        | 3,1 b        | 3,0 b        |
| <b>Media Vivos+Secos</b>  | <b>9,0</b>  | <b>6,1 a</b> | <b>6,2 a</b> | <b>7,3 b</b> | <b>7,6 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

### 1.1.5 Cambio en la media de las alturas de la población

El Cuadro 9 presenta la media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una leve disminución de la altura media de los individuos de 0,02 m. Los resultados obtenidos no son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan una disminución de la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” de 0,04 m, en cambio y los individuos clasificados como “Secos” permanecen constantes alcanzando una altura media de 0,01 m. Los resultados obtenidos no son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” de 0,2 m y un aumento en la altura media de los individuos clasificados como “Secos” de 0,02 m, respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” de 0,19 m, en cambio los individuos clasificados como “Secos” disminuyen en 0,05 m. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 0,05 y 0,01 m respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 0,03 y 0,01 m respectivamente. Si bien los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ), las diferencias se encuentran para la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

**Cuadro 9.** Media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Media de la altura (m) según fecha de medición |             |               |               |               |               |
|--|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vitalidad/Serie                                | nov-20      | abr-22        | ene-23        | abr-23        | jul-23        |
| <b>Vivos</b>                                   |             |               |               |               |               |
| A  | 1,48 a      | 1,28 a        | 1,24 a        | 1,32 a        | 1,28 a        |
| B  | -           | 3,73 a        | 3,67 a        | 2,90 a        | 3,54 a        |
| C  | -           | 0,13 a        | 0,09 a        | 0,09 a        | 0,08 a        |
| D  | -           | 0,15 a        | 0,12 b        | 0,13 ab       | 0,12 ab       |
| <b>Media Vivos</b>                             | <b>1,48</b> | <b>0,70 a</b> | <b>0,68 a</b> | <b>0,59 a</b> | <b>0,66 a</b> |
| <b>Secos</b>                                   |             |               |               |               |               |
| A  | 0,67 a      | 0,65 a        | 0,65 a        | 0,60 a        | 0,69 a        |
| B  | -           | 0,43 a        | 0,31 a        | 0,39 a        | 0,38 a        |
| C  | -           | 0,06 a        | 0,05 a        | 0,05 a        | 0,05 a        |
| D  | -           | 0,10 a        | 0,07 b        | 0,09 ab       | 0,09 b        |
| <b>Media Secos</b>                             | <b>0,67</b> | <b>0,32 a</b> | <b>0,28 a</b> | <b>0,31 a</b> | <b>0,33 a</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>                             |             |               |               |               |               |
| A  | 1,11 a      | 1,02 a        | 1,02 a        | 1,04 a        | 1,03 a        |
| B  | -           | 3,18 a        | 2,90 a        | 2,44 a        | 3,01 a        |
| C  | -           | 0,11 a        | 0,08 a        | 0,08 a        | 0,07 a        |
| D  | -           | 0,14 a        | 0,11 b        | 0,12 ab       | 0,11 b        |
| <b>Media Vivos+Secos</b>                       | <b>1,11</b> | <b>0,58 a</b> | <b>0,55 a</b> | <b>0,51 a</b> | <b>0,56 a</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

### 1.1.6 Cambios en el área basal de la población

El Cuadro 10 presenta el Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos de 0,6548 m<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento del área basal de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados como “Secos”, de 0,5968 y 0,0580 m<sup>2</sup>, respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento en el área basal de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,3043 y 0,0402 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de 0,2653 y 0,0119 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de 0,0323 y 0,0059 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,0223 y 0,0034 m<sup>2</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

**Cuadro 10.** Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Área Basal (m <sup>2</sup> ) según fecha de medición |               |                 |                 |                  |                 |
|--|---------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Vitalidad/Serie                                      | nov-20        | abr-22          | ene-23          | abr-23           | Jul-2023        |
| <b>Vivos</b>   |               |                 |                 |                  |                 |
| A  | 0,3896 a      | 0,4170 a        | 0,4461 a        | 0,5925 a         | 0,6939 a        |
| B  | -             | 1,7426 a        | 1,8165 a        | 2,0103 a         | 2,0079 a        |
| C  | -             | 0,0210 a        | 0,0192 a        | 0,0510 b         | 0,0533 b        |
| D  | -             | 0,0207 a        | 0,0255 a        | 0,0474 b         | 0,0430 b        |
| <b>Total Vivos</b>                                   | <b>0,3896</b> | <b>2,2013 a</b> | <b>2,3073 a</b> | <b>2,7012 b</b>  | <b>2,7981 b</b> |
| <b>Secos</b>   |               |                 |                 |                  |                 |
| A  | 0,1741 a      | 0,1537 a        | 0,1438 a        | 0,1376 a         | 0,2143 a        |
| B  | -             | 0,0130 a        | 0,0147 a        | 0,0011 a         | 0,0011 a        |
| C  | -             | 0,0054 a        | 0,0058 a        | 0,0096 b         | 0,0113 b        |
| D  | -             | 0,0044 a        | 0,0047 a        | 0,0050 b         | 0,0078 b        |
| <b>Total Secos</b>                                   | <b>0,1741</b> | <b>0,1765 a</b> | <b>0,1690 a</b> | <b>0,1533 ab</b> | <b>0,2345 b</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>                                   |               |                 |                 |                  |                 |
| A  | 0,5636 a      | 0,5707 a        | 0,5899 a        | 0,7301 a         | 0,9082 a        |
| B  | -             | 1,7556 a        | 1,8312 a        | 2,0114 a         | 2,0090 a        |
| C  | -             | 0,0264 a        | 0,0250 a        | 0,0606 b         | 0,0646 b        |
| D  | -             | 0,0251 a        | 0,0302 a        | 0,0524 b         | 0,0508 b        |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                             | <b>0,5636</b> | <b>2,3778 a</b> | <b>2,4763 a</b> | <b>2,8545 b</b>  | <b>3,0326 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

### 1.1.7 Cambios en la biomasa aérea de la población

#### Biomasa de Fustes

El Cuadro 11 presenta los promedios de la biomasa de la componente Fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un incremento de la biomasa de fustes de 66,4 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un incremento de la biomasa de Fuste de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Secos” de 52 y

14,4 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 52,5 kg y 7,3 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 19,2 y 3,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 12,3 y 2,7 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 11,1 y 2,2 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.



**Cuadro 11.** Promedio de la biomasa de fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Biomasa Fuste (kg) según fecha de medición |              |                |                |                |                |
|--|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20       | abr-22         | ene-23         | abr-23         | Jul-23         |
| <b>Vivos</b>                               |              |                |                |                |                |
| A  | 145,3 a      | 150,0 a        | 150,6 a        | 189,4 a        | 197,8 a        |
| B  | -            | 597,0 a        | 551,0 a        | 427,1 a        | 577,8 a        |
| C  | -            | 17,9 a         | 15,7 a         | 30,4 b         | 30,2 b         |
| D  | -            | 18,0 a         | 21,2 a         | 32,6 b         | 29,1 b         |
| <b>Total Vivos</b>                         | <b>145,3</b> | <b>782,9 a</b> | <b>738,5 a</b> | <b>679,5 b</b> | <b>834,9 b</b> |
| <b>Secos</b>                               |              |                |                |                |                |
| A  | 54,7 a       | 49,4 a         | 45,9 a         | 42,7 a         | 62,0 a         |
| B  | -            | 4,2 a          | 4,9 a          | 1,1 a          | 1,1 a          |
| C  | -            | 5,5 a          | 5,9 a          | 7,3 b          | 8,2 b          |
| D  | -            | 4,4 a          | 4,3 a          | 4,4 b          | 6,6 b          |
| <b>Total Secos</b>                         | <b>54,7</b>  | <b>63,5 ab</b> | <b>61,0 a</b>  | <b>55,5 a</b>  | <b>77,9 ab</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>                         |              |                |                |                |                |
| A  | 200,0 a      | 199,4 a        | 196,5 a        | 232,1 a        | 259,8 a        |
| B  | -            | 601,2 a        | 555,9 a        | 428,2 a        | 578,9 a        |
| C  | -            | 23,4 a         | 21,6 a         | 37,7 b         | 38,4 b         |
| D  | -            | 22,4 a         | 25,5 a         | 37,0 b         | 35,7 b         |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                   | <b>200,0</b> | <b>846,4 a</b> | <b>799,5 a</b> | <b>735,0 b</b> | <b>912,8 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

## Biomasa de Ramas

El Cuadro 12 presenta los promedios de la biomasa de la componente Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)-emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un incremento de la biomasa de Ramas de 52,4 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 33,7 y 18,7 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para los individuos de la población clasificados como “Vivos” (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 33,2 y 0,5 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 17,6 y 1,3 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 38,3 y 12,8 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y abril de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 48,8 y 6,4 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskall-Wallis  $p < 0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

**Cuadro 12.** Promedio de la biomasa de Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Biomasa Ramas (kg) según fecha de medición |              |                  |                  |                  |                  |
|--|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20       | abr-22           | ene-23           | abr-23           | Jul-23           |
| <b>Vivos</b>                               |              |                  |                  |                  |                  |
| A  | 65,0 a       | 67,6 a           | 71,2 a           | 114,6 a          | 31,8 a           |
| B  | -            | 1.394,8 a        | 1.415,6 a        | 1.682,5 a        | 1.377,2 a        |
| C  | -            | 33,1 a           | 30,8 a           | 86,2 b           | 71,4 b           |
| D  | -            | 31,8 a           | 39,8 a           | 87,7 b           | 80,6 b           |
| <b>Total Vivos</b>                         | <b>65,0</b>  | <b>1.527,3 a</b> | <b>1.557,4 a</b> | <b>1.971,0 b</b> | <b>1.561,0 c</b> |
| <b>Secos</b>                               |              |                  |                  |                  |                  |
| A  | 42,9 a       | 41,6 a           | 40,6 a           | 27,2 a           | 42,4 a           |
| B  | -            | 3,2 a            | 4,4 a            | 1,9 a            | 1,9 a            |
| C  | -            | 7,3 a            | 7,8 a            | 16,4 b           | 20,1 b           |
| D  | -            | 6,1 a            | 6,4 a            | 7,8 b            | 12,5 b           |
| <b>Total Secos</b>                         | <b>42,9</b>  | <b>58,2 a</b>    | <b>59,2 ab</b>   | <b>53,3 ab</b>   | <b>76,9 b</b>    |
| <b>Vivos+Secos</b>                         |              |                  |                  |                  |                  |
| A  | 107,8 a      | 109,2 a          | 111,8 a          | 141,8 a          | 74,2 a           |
| B  | -            | 1.398,0 a        | 1.420,0 a        | 1.684,4 a        | 1.379,1 a        |
| C  | -            | 40,4 a           | 38,6 a           | 102,6 b          | 91,5 b           |
| D  | -            | 37,9 a           | 46,2 a           | 95,5 b           | 93,1 b           |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                   | <b>107,8</b> | <b>1.585,5 a</b> | <b>1.616,6 a</b> | <b>2.024,3 b</b> | <b>1.637,9 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## Biomasa de Hojas

El Cuadro 13 presenta los promedios de la biomasa de la componente Hojas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar. Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre julio de 2022 y julio de 2023, presentan una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 9,4 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 1,2 kg. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 22,3 kg. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 5,7 kg. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 5,5 kg. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

**Cuadro 13.** Promedio de la biomasa de Hojas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023). Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

| Biomasa Hojas (kg) según fecha de medición |             |                |                |                |                |
|--|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20      | abr-22         | ene-23         | abr-23         | Jul-23         |
| <b>Vivos</b>                               |             |                |                |                |                |
| A  | 43,8 a      | 43,3 a         | 46,7 a         | 42,4 a         | 45,0 a         |
| B  | -           | 155,5 a        | 144,8 a        | 39,7 a         | 133,2 a        |
| C  | -           | 4,5 a          | 4,1 a          | 11,4 b         | 10,2 b         |
| D  | -           | 4,4 a          | 5,4 a          | 10,7 b         | 9,9 b          |
| <b>Total Vivos</b>                         | <b>43,8</b> | <b>207,7 a</b> | <b>201,0 a</b> | <b>104,2 b</b> | <b>198,3 b</b> |
| <b>Secos</b>                               |             |                |                |                |                |
| A  | -           | -              | -              | -              | -              |
| B  | -           | -              | -              | -              | -              |
| C  | -           | -              | -              | -              | -              |
| D  | -           | -              | -              | -              | -              |
| <b>Total Secos</b>                         | -           | -              | -              | -              | -              |
| <b>Vivos+Secos</b>                         |             |                |                |                |                |
| A  | 43,8 a      | 43,3 a         | 46,7 a         | 42,4 a         | 44,9 a         |
| B  | -           | 155,5 a        | 144,8 a        | 39,7 a         | 133,2 a        |
| C  | -           | 4,5 a          | 4,1 a          | 11,4 b         | 10,2 b         |
| D  | -           | 4,4 a          | 5,4 a          | 10,7 b         | 9,9 b          |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                   | <b>43,8</b> | <b>207,7 a</b> | <b>201,0 a</b> | <b>104,2 b</b> | <b>198,3 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## Biomasa de Total

El Cuadro 14 presenta los promedios de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Total de 448,6 kg. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presentan un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 344,8 y 103,8 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 233,4 y 79,7 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Secos” de 84 y 21,3 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 48,8 y 8,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento de la biomasa total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 30,2 y 3,6 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios significativos para el último periodo analizado.

**Cuadro 14.** Promedio de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Vitalidad/Serie          | Biomasa Total (kg) |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                          | nov-20             | abr-22           | ene-23           | abr-23           | jul-23           |
| <b>Vivos</b>             |                    |                  |                  |                  |                  |
| <b>A</b>                 | 702,0 a            | 753,6 a          | 775,3 a          | 1.017,5 a        | 935,4 a          |
| <b>B</b>                 | -                  | 3.687,5 a        | 3.609,0 a        | 3.588,2 a        | 3.771,5 a        |
| <b>C</b>                 | -                  | 18,9 a           | 17,6 a           | 62,3 b           | 67,7 b           |
| <b>D</b>                 | -                  | 18,9 a           | 22,8 a           | 53,8 b           | 49,1 b           |
| <b>Total Vivos</b>       | <b>702,0</b>       | <b>4.478,9 a</b> | <b>4.424,7 a</b> | <b>4.721,8 b</b> | <b>4.823,7 b</b> |
| <b>Secos</b>             |                    |                  |                  |                  |                  |
| <b>A</b>                 | 281,5 a            | 247,8 a          | 230,5 a          | 225,3 a          | 361,2 a          |
| <b>B</b>                 | -                  | 22,5 a           | 26,3 a           | 1,4 a            | 1,2 a            |
| <b>C</b>                 | -                  | 4,1 a            | 4,2 a            | 10,2 b           | 12,2 b           |
| <b>D</b>                 | -                  | 3,5 a            | 3,6 a            | 4,4 b            | 7,1 b            |
| <b>Total Secos</b>       | <b>281,5</b>       | <b>277,9 ab</b>  | <b>264,6 a</b>   | <b>241,3 ab</b>  | <b>381,7 b</b>   |
| <b>Vivos+Secos</b>       |                    |                  |                  |                  |                  |
| <b>A</b>                 | 983,5 a            | 1.001,4 a        | 1.005,8 a        | 1.242,8 a        | 1.296,6 a        |
| <b>B</b>                 | - a                | 3.710,0 a        | 3.635,3 a        | 3.589,6 a        | 3.772,7 a        |
| <b>C</b>                 | -                  | 23,0 a           | 21,8 a           | 72,5 b           | 79,9 b           |
| <b>D</b>                 | -                  | 22,4 a           | 26,4 a           | 58,2 b           | 56,2 b           |
| <b>Total Vivos+Secos</b> | <b>983,5</b>       | <b>4.756,8 a</b> | <b>4.689,3 a</b> | <b>4.963,1 b</b> | <b>5.205,4 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

## DISCUSION

---

Una gran proporción de los individuos censados (69,3%, 129 árboles) presenta algún nivel de vitalidad en sus fustes y sólo un 30,7% de estos (51 árboles) está seco. La población está compuesta en su mayoría de árboles de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un vástago o fuste (plurifustales) y varias ramas principales. Esto refleja la capacidad de los individuos del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de retoñar vigorosamente después que el fuste y ramas principales son destruidas por fenómenos ambientales y/o antrópicos (Fisher, 1977). Al respecto, Caron y Ortin (2010) evaluaron la respuesta de la recuperación por rebrote en 3 especies de *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra* y *P. flexuosa*) posterior a un incendio en Salta, Argentina, concluyendo que predomina la capacidad de los algarrobos para rebrotar de yemas basales con un promedio de 6 rebrotes por ejemplar. Por otro lado, Atanasio (2014) para *P. alba* en el Chaco, Argentina, concluyó que cortas intensas de ramas vitales en relación a la copa viva remanente, producen un factor de estrés que estimula fuertemente las yemas durmientes debajo de la corteza del tronco, emitiendo de esta manera una gran cantidad de brotes epicórmicos para reemplazar rápidamente la biomasa perdida de la copa según lo descrito por Meier *et al.*, (2012). Además, se reporta que en caso de cortas totales (tala rasa), los árboles de *P. alba* tienden a adquirir un hábito arbustivo (Karlin *et al.* 1997).

Por otro lado, gran parte de los individuos de la población (80,6%, 150 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (< 7,5 cm), presentando alturas medias que no superan los 50 cm. En contraste, los individuos de mayor tamaño (> 20, cm) sólo representa el 9,1% y pueden alcanzar hasta los 7 m de altura, lo cual indica que la estructura de la población se concentra en los vástagos jóvenes de menor desarrollo del individuo plurifustal, con una alta capacidad de retoñación, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

Las funciones seleccionadas utilizan como principal variable el diámetro basal equivalente (*Db*) y diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), variables que resultan de rápida medición. Por otra parte, si bien las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*), estas especies en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada, algunas de estas formas de crecimiento son descritas y comparadas por Fernandes (1994).

Los valores de biomasa aérea se encuentran entre los rangos reportados por otros autores para *P. pallida* (Padrón y Navarro 2004) y *P. juniflora* (Birhane *et al.*, 2017). Los valores de biomasa aérea de los individuos de menor tamaño (<2,5 cm *Db*) se encuentran cercanos a lo reportado por Felker *et al.*, (1989) para *P. alba* y por Aronson *et al.*, (2002) para *P. alba* y *P. chilensis*. Sin embargo, los valores de ambos estudios provienen de plantaciones de estas especies y no de poblaciones naturales como las estudiadas. La distribución porcentual de la biomasa aérea leñosa de los individuos (32,2% corresponde al fuste, 60,2% a ramas) se encuentran entre lo reportado para el género *Prosopis* (Aronson, *et al.*, 2002; Padrón y Navarro 2004, Khan, *et al.*, 2011), manteniéndose con muy pocas variaciones en el periodo analizado. Es importante señalar, que los valores de biomasa constituyen una aproximación a los valores reales de

biomasa. Esto debido a que proviene de valores promedios de distintas funciones disponibles en la bibliografía estadísticamente seleccionadas, y no de un muestreo destructivo particular de individuos de la especie para la construcción de funciones locales de biomasa para la población en estudio.

La proporción de individuos con fruto reportada en la última medición (julio 2023) es baja (1,6% de la población, 3 árboles), lo que sumado a una disminución en la cantidad de frutos (2,3 vainas por árbol en promedio), indicaría más bien a que estos corresponden a frutos que persisten en el árbol una vez terminado el *peak* de fructificación de la población. La literatura indica que *P. alba* florece entre los meses de noviembre y diciembre, fructificando en febrero (Rodríguez *et al.* 1983), si bien este periodo es variable según condiciones locales, los resultados obtenidos a la fecha indicarían una concentración de los frutos durante los primeros tres meses del año.

La acumulación de información en el tiempo permitirá determinar de mejor forma el ciclo fenológico relacionado a la producción de frutos. Por otro lado, la producción de frutos se concentra en árboles de la Serie B, que presentan un mayor desarrollo en diámetro basal equivalente y de volumen de copa, lo cual indicaría una relación entre el tamaño o desarrollo de los individuos que les permitiría tener capacidad de fructificación. Esto no descarta que otros fenómenos relacionados con el estrés de los individuos este influyendo.

Para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, los resultados indican que existe una tendencia al incremento en la media del diámetro basal equivalente y en área basal acumulada, la cual presenta diferencias estadísticas a partir de la medición de abril de 2023. Incremento que en promedio (medición de abril y julio de 2023) alcanzaría los 1,4 cm y los 0,5658 m<sup>2</sup> para el diámetro basal equivalente y el área basal acumulada respectivamente. Si bien la altura media de los individuos presenta una ligera tendencia a disminuir, variando en promedio en 0,04 m, esta no presentó diferencias significativas. Los factores que pueden influir en la disminución de la altura corresponden a que las ramas comienzan a curvarse por efecto del peso y el viento. Por otro lado, se producen enterramientos por efecto del viento que afectan la altura donde se toma la medición. Lamentablemente a la fecha ha sido imposible realizar marcas discretas en los árboles que permitan tener una referencia fija para la medición y poder mejorar la exactitud de esta.

Los resultados dan cuenta de un crecimiento de los individuos de la población, para el periodo estudiado. Para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, los resultados indican que existe una tendencia al incremento en biomasa de Ramas y biomasa aérea Total, la cual presenta diferencias estadísticas a partir de la medición de abril de 2023. Incremento que en promedio (medición de abril y julio de 2023) alcanzaría los 245,6 y los 327,5 kg para la biomasa de Ramas y biomasa aérea Total respectivamente. En cambio, la biomasa de Hojas presenta una tendencia a la disminución, la cual presenta diferencias estadísticas a partir de la medición de abril de 2023, con una disminución promedio de 56,2 kg. La biomasa de fustes no presenta una tendencia clara variando en promedio en 22,5 kg.



Se observa una tendencia a mantener la dirección de los cambios en los componentes estudiados (Aumento de la biomasa de Ramas y biomasa aérea Total) lo que podría indicar un cambio en el hábito de los individuos hacia uno más simpodial. Sin embargo, estos valores deben tomarse como una referencia preliminar ya que, corresponden al análisis de cinco mediciones y sólo tres, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual y del desarrollo de la población.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La estructura de la población estaría constituida mayoritariamente por individuos vivos (sólo un 30,7% están secos), jóvenes o de poco desarrollo, con un 80,6% en las clases diamétricas de menor tamaño ( $< 7,5$  cm), con alturas medias que no superan los 50 cm y sólo un 9,1% de los individuos de mayor tamaño ( $> 20$ , cm) que pueden alcanzar hasta los 7,0 m de altura. Además, la población presentaría una alta capacidad de retoñación, tratándose en su mayoría de individuos de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

En virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo de los individuos en el área para construir modelos locales de biomasa, los resultados de las funciones alométricas seleccionadas entregan el valor medio de biomasa aérea más centrado en torno al promedio (dispersión  $< 0,5$  a  $1,0$  desv. estándar de la media). Estas corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa y utilizan variables de rápida medición en terreno (diámetro basal equivalente, altura, diámetro de copas, etc. abarcando un amplio rango de especies del género *Prosopis*, con hábitos de crecimiento afines a los de la población estudiada.

La biomasa aérea total de la población alcanza a 5.205,4 kg, donde los individuos vivos concentran la mayor proporción (92,6%), acumulándose, en un bajo número de individuos, (cinco árboles) de grandes dimensiones ( $> 60$  cm), los cuales representan el 67,01% de la biomasa aérea total de la población. Con respecto a las componentes, la biomasa aérea se acumula en forma decreciente en las ramas (60,2%), el fuste (32,2%) y las hojas (7,6%), en particular, la biomasa de frutos acumulada para la población resultó de 0,05 kg, valor que correspondería a frutos que persisten en los árboles terminado el *peak* de fructificación.

Los resultados indican un crecimiento en la población estudiada, expresado en un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,4 cm) y en área basal acumulada (0,5658 m<sup>2</sup>) en el periodo abril de 2022 y julio de 2023. Además, los árboles registran un aumento en la biomasa de ramas (245,6 kg) y biomasa aérea Total (327,5 kg), pero una disminución de la Hojas (56,2 kg).

Los resultados obtenidos indican tendencias que deben tomarse como una referencia ya que corresponden al análisis de cinco mediciones y sólo tres, corresponden al presente año, por lo que se espera que al terminar el año y completar las mediciones programadas, se tenga una evaluación más concluyente del estado actual de desarrollo de la población.

## REFERENCIAS

---

Álvarez, J. A., P. E. Villagra y R. Villalba. 2011. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 262(4):637-645.

Aronson, J.; C. Ovalle; J. Avendaño; L. Longeri y A. Del Pozo. 2002. Agroforestry tree selection in central Chile: Biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. *Agroforestry Systems*. 56:155-166.

Atanasio M. 2014 Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. *Quebracho* Vol.22(1,2):66-78

Baskerville, G.L., 1972. Use of Logarithmic Regression in the Estimation of Plant Biomass. *Can. J. For. Res.* 2, 49-53. doi:10.1139/x72-009

Birhane, E.; A. C. Treydte; A. Eshete; N. Solomon y M. Hailemariam. 2017. Can rangelands gain from bush encroachment? Carbon stocks of communal grazing lands invaded by *Prosopis juliflora*. *Journal of Arid Environments*. 141:60-67.

Caron, M. y A. Ortin. 2010. Recuperación de bosques de algarrobos después de un incendio. *Ciencia* 5(14) 15 pp.

Cruz, G. y Tapia P. 2020. Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobo) emplazados en el Sector Camar del Borde Este del Salar de Atacama. Informe Técnico preparado para Geobiota. Santiago. 49p

De Benitez, C.; M. Pece; M. Juárez de Galíndez y M. Acosta. 2014. Modelaje de la biomasa aérea individual y otras relaciones dendrométricas de *Prosopis nigra* Gris. en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*. 22:17-29.

Felker, P.; P. P. Clark; J. F. Osborn y G. H. Cannell. 1982. Biomass Estimation in a Young Stand of Mesquite (*Prosopis* spp.), Ironwood (*Oheya tesota*), Palo Verde (*Cercidium floridum*, and *Parkinsonia aculeata*), and Leucaena (*Leucaena leucocephala*). 35(1):3.

Felker, P.; D. Smith; C. Wiesman y R. L. Bingham. 1989. Biomass production of *Prosopis alba* clones at two non-irrigated field sites in semiarid south Texas. *Forest Ecology and Management*. 29(3):135-150.

Felker, P., Lopez, C., Soulier, C., Ochoa, J., Abdala, R. y Ewens, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. *Agroforestry Systems*. 53. 65-76. 10.1023/A:1012016319629.

Fernandes, P. C. F. 1994. Comportamento silvicultural de especies de *Prosopis*, em Petrolina-pe, Região Semi-Árida Brasileira. Curitiba, Brasil: Universidad Federal do Parana. 126p.

Fernandes, P. C.; E. B. de Oliveira y S. do Amaral. 1996. Equações para estimativa de biomassa de especies de *Prosopis* no semi-arido brasileiro. *Bol. Pesq. Fl. Colombo*. 32:67-79.

Fisher, C. E. 1977. Mesquite and modern man in Southwestern North América, En B. B. Simpson, ed. Mesquite, Its biology in two desert ecosystems, 177- 188, Stroudsburg, Pennsylvania.

Gayon, J. 2000. History of the concept of allometry. Am. Zool., 40(5): 748-758.

Geobiota 2020. Plan de Seguimiento Ambiental Biótico 2019. Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta. Preparado para SQM Salar. Santiago. Mayo, 2020. 21 pág.

Hierro, J. L.; L. C. Branch; D. Villarreal y K. L. Clark. 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentine shrubs. Journal of Range Management. 53(6):617-621.

HUGHES, C. E.; J. J. RINGELBERG; G. P. LEWIS y S. A. CATALANO. 2022. Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). PhytoKeys. 205:147-189.

Husch, B., T. W. Beers and J.A. Kershaw. 2003. Forest Mensuration. Fourth edition. Wiley. New York, USA. 443 p.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. Nature, 114: 895-896.

Iglesias, M. D. R. y A. Haydée. 2010. Estimación de la biomasa aérea de seis leguminosas leñosas del Chaco Árido (Argentina). Ecología Austral. 20:71-79.

Karlin, U., Coirini, R. Catalan, L. y Zapata R. 1997 *Prosopis alba* En: FAO 1997 Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiaridas N°12.

Khan, D., and R. Ahmad 2011. Size-Phytomass Relations. In: *Prosopis juliflora* (Swarz.) DC. Biol. Biotech., 8 (1): 139-154.

Laar, A. van, Akça, A., 2007. Forest mensuration, 2. ed., completely and supplemented. ed, Managing forest ecosystems. Springer, Dordrecht.

Ledesma, M.; C. A. Carranza y M. Balzarini. 2010. Estimación de la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa* mediante relaciones alométricas. AgriScientia. 27(2):87-96.

Ludwig, J. A.; J. F. Reynolds y P. D. Whitson. 1975. Size-biomass Relationships of Several Chihuahuan Desert Shrubs. The American Midland Naturalist. 94(2):451-461. University of Notre Dame.

Meier, A. R.; M. R. Saunders y C. H. Michler. 2012. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. Tree physiology review. Tree Physiology Advance

Parresol, B. R. 2011. Additivity of nonlinear biomass equations. Canadian Journal of Forest Research. 31:865-878. NRC Research Press Ottawa, Canada.

Padrón E., Y R., Navarro-Cerrillo 2004. Estimation of above-ground biomass in naturally occurring populations of *Prosopis pallida* (H. & B. ex. Willd.) H.B.K. in the north of Peru. Journal of Arid Environments 56: 283-292.

Picard, N., Saint-André, L., Henry, M., 2012. Manual for building tree volume and biomass allometric equations from field measurement to prediction. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 215p.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. Mensura forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA, BMZ/gtz. San José, Costa Rica

Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, R.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983, Flora arbórea de Chile. Ed. Universidad de Concepción 408p.

Satoo, T. y Magdwick, H.A.I. 1982. Forest biomass. Forestry Sciences. Martinus Nijhoff / Dr W. Junk Publishers. Netherlands. 135 p.

Sciammaro, Leonardo; Cristina Ferrero; Cecilia Puppo. 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. 1Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 115-123.

Sione, S., S. G. Ledesma, L. J. Rosenberger, J. D. Oszust; H. Andrade-Castañeda; G. O. Maciel, M. G. Wilson y M. C. Sasal. 2020. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. en bosques de Entre Ríos (Argentina). Agronomía & Ambiente. 40(1):63-76.

Sharifi, M. R.; E. T. Nilsen y P. W. Rundel. 1982. Biomass and Net Primary Production of *Prosopis glandulosa* (Fabaceae) in the Sonoran Desert of California. American Journal of Botany. 69(5):760-767.

Villagra, P. Cony, M. y J. Álvarez. sf. Tercer informe de avance sobre estudios e investigaciones que intentan explicar el estado actual de ejemplares de algarrobo, en una población ubicada en las proximidades del pozo CAMAR 2 de SQM, en el Salar de Atacama, Chile. Estudio dendrocronológico. Centro Científico Tecnológico - CONICET-Mendoza - Argentina. 71p.

Zuloaga, F.O.; Morrone, O. & Belgrano, M.J. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: i-xcvi + 1-3348.

## **ANEXO 1**

---

**Anexo 1. Fecha de la medición, Hora de la medición, Coordenada X , Coordenada Y (WGS84, 19S), Árbol.**

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 21/07/2023   | 13:46:00    | 598305              | 7410254             | A-01         |
| 21/07/2023   | 13:47:00    | 598270              | 7410.259            | A-02         |
| 21/07/2023   | 13:49:00    | 598237              | 7410274             | A-03         |
| 21/07/2023   | 13:10:00    | 598065              | 7409702             | A-04         |
| 24/07/2023   | 10:32:00    | 598002              | 7409772             | A-05         |
| 24/07/2023   | 10:51:00    | 597865              | 7409696             | A-06         |
| 24/07/2023   | 11:05:00    | 597033              | 7409687             | A-07         |
| 24/07/2023   | 11:40:00    | 597055              | 7409688             | A-08         |
| 24/07/2023   | 11:27:00    | 597055              | 7409700             | A-09         |
| 24/07/2023   | 11:55:00    | 597089              | 7409694             | A-10         |
| 24/07/2023   | 12:47:00    | 597202              | 7409680             | A-11         |
| 24/07/2023   | 12:17:00    | 597225              | 7409966             | A-12         |
| 24/07/2023   | 12:29:00    | 597280              | 7409951             | A-13         |
| 24/07/2023   | 12:26:00    | 597288              | 7409985             | A-14         |
| 24/07/2023   | 12:25:00    | 597465              | 7410344             | A-15         |
| 24/07/2023   | 9:01:00     | 597787              | 7410270             | A-16         |
| 24/07/2023   | 9:03:00     | 597602              | 7409903             | A-17         |
| 24/07/2023   | 9:24:00     | 597619              | 7409921             | A-18         |
| 24/07/2023   | 9:07:00     | 597620              | 7409902             | A-19         |
| 24/07/2023   | 9:23:00     | 597832              | 7410266             | A-20         |
| 24/07/2023   | 9:10:00     | 597631              | 7409904             | A-21         |
| 24/07/2023   | 9:30:00     | 597636              | 7409909             | A-22         |
| 24/07/2023   | 9:33:00     | 597644              | 7409906             | A-23         |
| 24/07/2023   | 9:38:00     | 597854              | 7410269             | A-24         |
| 24/07/2023   | 9:36:00     | 597654              | 7409909             | A-25         |
| 24/07/2023   | 9:40:00     | 597663              | 7409913             | A-26         |
| 24/07/2023   | 9:43:00     | 597679              | 7409908             | A-27         |
| 24/07/2023   | 9:47:00     | 597683              | 7409902             | A-28         |
| 24/07/2023   | 9:55:00     | 597746              | 7409928             | A-29         |
| 24/07/2023   | 9:58:00     | 597787              | 7409943             | A-30         |
| 24/07/2023   | 10:02:00    | 597790              | 7409945             | A-31         |
| 19/07/2023   | 13:29:00    | 598943              | 7410264             | A-32         |
| 19/07/2023   | 13:10:00    | 598757              | 7409886             | A-33         |
| 19/07/2023   | 13:09:00    | 598817              | 7409904             | A-34         |
| 19/07/2023   | 13:00:00    | 598846              | 7409913             | A-35         |
| 19/07/2023   | 15:14:00    | 598730              | 7409760             | A-36         |
| 19/07/2023   | 15:21:00    | 598695              | 7409755             | A-37         |
| 19/07/2023   | 15:32:00    | 598679              | 7409687             | A-38         |
| 19/07/2023   | 15:36:00    | 598668              | 7409691             | A-39         |
| 19/07/2023   | 17:20:00    | 598572              | 7409682             | A-40         |
| 20/07/2023   | 11:57:00    | 598468              | 7409668             | A-41         |
| 20/07/2023   | 11:31:00    | 598400              | 7409667             | A-42         |
| 20/07/2023   | 10:19:00    | 598428              | 7409722             | A-43         |
| 20/07/2023   | 10:02:00    | 598448              | 7409728             | A-44         |
| 20/07/2023   | 9:59:00     | 598488              | 7409738             | A-45         |
| 20/07/2023   | 9:28:00     | 598490              | 7409728             | A-46         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 19/07/2023   | 16:41:00    | 598580              | 7409749             | A-47         |
| 20/07/2023   | 11:09:00    | 598313              | 7409779             | A-48         |
| 19/07/2023   | 17:39:00    | 598573              | 7409676             | A-49         |
| 20/07/2023   | 12:18:00    | 598537              | 7409648             | A-50         |
| 20/07/2023   | 11:51:00    | 598486              | 7409640             | A-51         |
| 20/07/2023   | 11:54:00    | 598478              | 7409651             | A-52         |
| 20/07/2023   | 11:36:00    | 598410              | 7409655             | A-53         |
| 20/07/2023   | 11:41:00    | 598416              | 7409641             | A-54         |
| 20/07/2023   | 15:31:00    | 598385              | 7409580             | A-55         |
| 20/07/2023   | 15:38:00    | 598355              | 7409608             | A-56         |
| 20/07/2023   | 15:40:00    | 598546              | 7409952             | A-57         |
| 20/07/2023   | 10:32:00    | 598404              | 7409799             | A-58         |
| 24/07/2023   | 10:48:00    | 597879              | 7409701             | A-59         |
| 24/07/2023   | 12:34:00    | 597320              | 7409683             | A-60         |
| 24/07/2023   | 9:02:00     | 597800              | 7410272             | A-61         |
| 24/07/2023   | 9:50:00     | 597902              | 7410259             | A-62         |
| 24/07/2023   | 9:50:00     | 597920              | 7410264             | A-63         |
| 24/07/2023   | 9:49:00     | 597708              | 7409909             | A-64         |
| 24/07/2023   | 9:52:00     | 597718              | 7409903             | A-65         |
| 24/07/2023   | 9:53:00     | 597733              | 7409904             | A-66         |
| 24/07/2023   | 9:54:00     | 597951              | 7410267             | A-67         |
| 24/07/2023   | 9:57:00     | 597766              | 7409937             | A-68         |
| 21/07/2023   | 13:56:00    | 598281              | 7410223             | A-69         |
| 21/07/2023   | 13:50:00    | 598025              | 7409873             | A-70         |
| 24/07/2023   | 10:29:00    | 597818              | 7409785             | A-71         |
| 20/07/2023   | 11:10:00    | 598305              | 7409801             | AX-01        |
| 24/07/2023   | 12:11:00    | 597025              | 7409941             | AX-02        |
| 24/07/2023   | 12:07:00    | 597040              | 7409918             | AX-03        |
| 24/07/2023   | 9:05:00     | 597612              | 7409900             | AX-76        |
| 19/07/2023   | 12:29:00    | 598922              | 7409868             | B-01         |
| 19/07/2023   | 12:11:00    | 599021              | 7409880             | B-02         |
| 19/07/2023   | 10:57:00    | 599713              | 7409933             | B-03         |
| 19/07/2023   | 10:01:00    | 600763              | 7410283             | B-04         |
| 18/07/2023   | 18:01:00    | 601221              | 7410462             | B-05         |
| 18/07/2023   | 17:59:00    | 601266              | 7410435             | B-06         |
| 18/07/2023   | 17:58:00    | 601307              | 7410499             | B-07         |
| 18/07/2023   | 17:56:00    | 601382              | 7410554             | B-08         |
| 18/07/2023   | 17:36:00    | 601423              | 7410582             | B-09         |
| 18/07/2023   | 17:15:00    | 601403              | 7410502             | B-10         |
| 18/07/2023   | 16:44:00    | 601606              | 7410551             | B-11         |
| 18/07/2023   | 16:40:00    | 601642              | 7410585             | B-12         |
| 18/07/2023   | 16:38:00    | 601682              | 7410612             | B-13         |
| 18/07/2023   | 16:33:00    | 601715              | 7410660             | B-14         |
| 18/07/2023   | 16:33:00    | 601711              | 7410668             | B-15         |
| 18/07/2023   | 15:40:00    | 601848              | 7410732             | B-16         |
| 18/07/2023   | 15:27:00    | 601972              | 7410808             | B-17         |
| 18/07/2023   | 15:20:00    | 602174              | 7410937             | B-18         |
| 18/07/2023   | 15:18:00    | 602247              | 7410944             | B-19         |
| 18/07/2023   | 15:01:00    | 602263              | 7410997             | B-20         |



| Fecha      | Hora     | Coordenada X | Coordenada Y | Árbol |
|------------|----------|--------------|--------------|-------|
| 18/07/2023 | 14:59:00 | 602319       | 7410996      | B-21  |
| 18/07/2023 | 14:09:00 | 602304       | 7411026      | BX-01 |
| 20/07/2023 | 9:21:00  | 598558       | 7409673      | C-01  |
| 20/07/2023 | 9:14:00  | 598558       | 7409674      | C-02  |
| 20/07/2023 | 9:19:00  | 598563       | 7409680      | C-03  |
| 20/07/2023 | 9:21:00  | 598559       | 7409682      | C-04  |
| 20/07/2023 | 9:17:00  | 598565       | 7409682      | C-05  |
| 19/07/2023 | 17:36:00 | 598572       | 7409679      | C-06  |
| 20/07/2023 | 9:01:00  | 598570       | 7409672      | C-07  |
| 19/07/2023 | 17:37:00 | 598572       | 7409676      | C-08  |
| 19/07/2023 | 17:40:00 | 598579       | 7409678      | C-09  |
| 19/07/2023 | 16:14:00 | 598588       | 7409671      | C-10  |
| 19/07/2023 | 16:16:00 | 598588       | 7409675      | C-11  |
| 19/07/2023 | 16:15:00 | 598591       | 7409673      | C-12  |
| 19/07/2023 | 16:18:00 | 598593       | 7409686      | C-13A |
| 19/07/2023 | 16:17:00 | 598586       | 7409684      | C-13B |
| 19/07/2023 | 16:22:00 | 598606       | 7409689      | C-14  |
| 19/07/2023 | 16:23:00 | 598605       | 7409688      | C-15  |
| 19/07/2023 | 15:50:00 | 598620       | 7409697      | C-16  |
| 19/07/2023 | 16:00:00 | 598624       | 7409685      | C-17  |
| 19/07/2023 | 15:58:00 | 598626       | 7409687      | C-18  |
| 19/07/2023 | 15:48:00 | 598634       | 7409699      | C-19  |
| 19/07/2023 | 17:12:00 | 598538       | 7409722      | C-20  |
| 19/07/2023 | 17:14:00 | 598557       | 7400709      | C-21  |
| 19/07/2023 | 17:03:00 | 598562       | 7409713      | C-22  |
| 19/07/2023 | 16:37:00 | 598597       | 7409721      | C-23  |
| 19/07/2023 | 16:35:00 | 598596       | 7409715      | C-24  |
| 19/07/2023 | 16:28:00 | 598602       | 7409713      | C-25  |
| 19/07/2023 | 16:35:00 | 598608       | 7409720      | C-26  |
| 19/07/2023 | 16:34:00 | 598599       | 7409707      | C-27  |
| 19/07/2023 | 15:52:00 | 598617       | 7409707      | C-28  |
| 19/07/2023 | 15:55:00 | 598629       | 7409716      | C-29  |
| 19/07/2023 | 16:30:00 | 598621       | 7409719      | C-30  |
| 21/07/2023 | 12:04:00 | 598101       | 7409465      | C-31  |
| 20/07/2023 | 15:56:00 | 598101       | 7409464      | C-32  |
| 21/07/2023 | 11:54:00 | 598116       | 7409479      | C-33  |
| 20/07/2023 | 15:49:00 | 598121       | 7409481      | C-34  |
| 20/07/2023 | 15:50:00 | 598122       | 7409480      | C-35  |
| 20/07/2023 | 15:51:00 | 598123       | 7409467      | C-36  |
| 21/07/2023 | 11:52:00 | 598121       | 7409488      | C-37  |
| 20/07/2023 | 15:52:00 | 598127       | 7409487      | C-38  |
| 21/07/2023 | 11:38:00 | 598135       | 7409490      | C-39  |
| 21/07/2023 | 11:37:00 | 598136       | 7409493      | C-40  |
| 21/07/2023 | 11:26:00 | 598137       | 7409489      | C-41  |
| 21/07/2023 | 11:27:00 | 598141       | 7409488      | C-42  |
| 21/07/2023 | 11:31:00 | 598144       | 7409483      | C-43  |
| 21/07/2023 | 11:34:00 | 598154       | 7409464      | C-44  |
| 21/07/2023 | 11:33:00 | 598154       | 7409473      | C-45  |
| 21/07/2023 | 11:18:00 | 598158       | 7409498      | C-46  |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 21/07/2023   | 11:12:00    | 598186              | 7409522             | C-47         |
| 21/07/2023   | 11:10:00    | 598186              | 7409526             | C-48         |
| 21/07/2023   | 11:08:00    | 598202              | 7409551             | C-49         |
| 21/07/2023   | 11:07:00    | 598158              | 7409544             | C-50         |
| 21/07/2023   | 11:39:00    | 598158              | 7409527             | C-51         |
| 21/07/2023   | 11:41:00    | 598158              | 7409527             | C-52         |
| 21/07/2023   | 11:39:00    | 598141              | 7409517             | C-53         |
| 21/07/2023   | 11:43:00    | 591137              | 7409522             | C-54         |
| 21/07/2023   | 11:45:00    | 598137              | 7409522             | C-55         |
| 21/07/2023   | 11:46:00    | 598136              | 7409515             | C-56         |
| 21/07/2023   | 11:48:00    | 598134              | 7409513             | C-57         |
| 20/07/2023   | 15:45:00    | 598116              | 7409503             | C-58         |
| 20/07/2023   | 15:47:00    | 598116              | 7409501             | C-59         |
| 21/07/2023   | 12:09:00    | 598099              | 7409485             | C-60         |
| 21/07/2023   | 11:28:00    | 598146              | 7409491             | C-61         |
| 21/07/2023   | 11:24:00    | 598139              | 7409513             | C-62         |
| 21/07/2023   | 11:16:00    | 598176              | 7409521             | C-63         |
| 21/07/2023   | 11:23:00    | 598141              | 7409515             | C-64         |
| 19/07/2023   | 17:12:00    | 598543              | 7409717             | C-65         |
| 19/07/2023   | 17:13:00    | 598556              | 7409708             | C-66         |
| 19/07/2023   | 17:10:00    | 598564              | 7409716             | C-67         |
| 19/07/2023   | 16:40:00    | 598594              | 7409738             | C-68         |
| 19/07/2023   | 16:38:00    | 598604              | 7409730             | C-69         |
| 19/07/2023   | 16:23:00    | 598611              | 7409691             | C-70         |
| 19/07/2023   | 16:20:00    | 598606              | 7409691             | C-71         |
| 19/07/2023   | 17:08:00    | 598579              | 7409718             | C-72         |
| 21/07/2023   | 12:02:00    | 598106              | 7409479             | C-74         |
| 21/07/2023   | 12:07:00    | 598101              | 7409479             | C-75         |
| 21/07/2023   | 11:56:00    | 598113              | 7409488             | C-76         |
| 21/07/2023   | 11:59:00    | 598106              | 7409482             | C-77         |
| 20/07/2023   | 12:08:00    | 598471              | 7409676             | C-78         |
| 20/07/2023   | 12:08:00    | 598470              | 7409678             | C-79         |
| 19/07/2023   | 10:23:00    | 598769              | 7409641             | D-01         |
| 19/07/2023   | 11:16:00    | 599298              | 7409919             | D-02         |
| 19/07/2023   | 11:18:00    | 599297              | 7409923             | D-03         |
| 19/07/2023   | 11:26:00    | 599279              | 7409949             | D-04         |
| 19/07/2023   | 11:29:00    | 599279              | 7409961             | D-05         |
| 19/07/2023   | 11:33:00    | 599284              | 7409993             | D-06         |
| 19/07/2023   | 11:42:00    | 599228              | 7409998             | D-07         |
| 19/07/2023   | 11:45:00    | 599203              | 7409962             | D-08         |
| 19/07/2023   | 11:49:00    | 599071              | 7409983             | D-09         |
| 19/07/2023   | 14:53:00    | 598732              | 7409604             | D-10         |
| 19/07/2023   | 14:55:00    | 598694              | 7409624             | D-11         |
| 19/07/2023   | 15:07:00    | 598712              | 7409680             | D-12         |
| 19/07/2023   | 17:00:00    | 598573              | 7409709             | D-13         |
| 19/07/2023   | 16:25:00    | 598607              | 7409709             | D-14         |
| 19/07/2023   | 16:31:00    | 598614              | 7409702             | D-15         |
| 19/07/2023   | 17:40:00    | 598564              | 7409698             | D-16         |
| 20/07/2023   | 9:24:00     | 598540              | 7409671             | D-17         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 19/07/2023   | 16:12:00    | 598579              | 7409637             | D-18         |
| 19/07/2023   | 16:11:00    | 598564              | 7409617             | D-19         |
| 20/07/2023   | 12:37:00    | 598552              | 7409624             | D-20         |
| 20/07/2023   | 12:40:00    | 598537              | 7409619             | D-21         |
| 20/07/2023   | 12:39:00    | 598537              | 7409618             | D-22         |
| 20/07/2023   | 12:42:00    | 598524              | 7409601             | D-23         |
| 20/07/2023   | 15:55:00    | 598099              | 7409449             | D-24         |
| 21/07/2023   | 11:21:00    | 598164              | 7409498             | D-25         |
| 20/07/2023   | 15:53:00    | 598117              | 7409454             | D-26         |
| 20/07/2023   | 15:54:00    | 598117              | 7409454             | D-27         |
| 21/07/2023   | 13:52:00    | 598055              | 7409874             | D-28         |
| 21/07/2023   | 13:45:00    | 598112              | 7409902             | D-29         |
| 21/07/2023   | 13:40:00    | 598089              | 7409855             | D-30         |
| 21/07/2023   | 13:07:00    | 598002              | 7409794             | D-31         |
| 21/07/2023   | 11:58:00    | 598114              | 7409493             | D-32         |
| 21/07/2023   | 11:59:00    | 598104              | 7409485             | D-33         |
| 19/07/2023   | 15:30:00    | 598698              | 7409706             | D-34         |
| 19/07/2023   | 15:46:00    | 598663              | 7409714             | D-35         |
| 19/07/2023   | 11:31:00    | 599276              | 7409957             | D-36         |
| 19/07/2023   | 11:40:00    | 599231              | 7409975             | D-37         |
| 21/07/2023   | 14:22:00    | 598121              | 7410173             | D-38         |
| 21/07/2023   | 14:20:00    | 598121              | 7410180             | D-39         |
| 21/07/2023   | 14:19:00    | 598124              | 7410189             | D-40         |
| 21/07/2023   | 14:19:00    | 598121              | 7410188             | D-41         |
| 21/07/2023   | 14:17:00    | 598123              | 7410206             | D-42         |
| 21/07/2023   | 14:16:00    | 598120              | 7410213             | D-43         |
| 21/07/2023   | 14:01:00    | 598191              | 7409863             | D-45         |
| 20/07/2023   | 12:23:00    | 598523              | 7409631             | D-46         |
| 20/07/2023   | 12:16:00    | 598517              | 7409660             | D-47         |
| 19/07/2023   | 15:44:00    | 598684              | 7409705             | D-48         |
| 19/07/2023   | 14:51:00    | 598733              | 7409636             | D-49         |
| 19/07/2023   | 14:49:00    | 598747              | 7409630             | D-50         |
| 19/07/2023   | 14:43:00    | 598764              | 7409660             | D-51         |
| 19/07/2023   | 14:44:00    | 598760              | 7409666             | D-52         |
| 19/07/2023   | 14:38:00    | 598797              | 7409662             | D-53         |
| 19/07/2023   | 14:30:00    | 598826              | 7409679             | D-54         |
| 19/07/2023   | 14:36:00    | 598815              | 7409697             | D-55         |
| 19/07/2023   | 14:33:00    | 598832              | 7409704             | D-56         |
| 19/07/2023   | 15:11:00    | 598744              | 7409695             | D-57         |
| 19/07/2023   | 11:35:00    | 599251              | 7409967             | D-58         |
| 18/07/2023   | 16:39:00    | 601642              | 7410610             | D-59         |
| 19/07/2023   | 11:23:00    | 599292              | 7409926             | D-60         |
| 19/07/2023   | 12:17:00    | 598985              | 7409853             | D-61         |
| 19/07/2023   | 14:46:00    | 598744              | 7409652             | D-62         |
| 19/07/2023   | 14:54:00    | 598712              | 7409620             | D-63         |
| 19/07/2023   | 11:57:00    | 599102              | 7409855             | D-64         |
| 19/07/2023   | 11:52:00    | 599074              | 7409947             | D-65         |
| 19/07/2023   | 12:02:00    | 599084              | 7409866             | D-66         |
| 19/07/2023   | 15:09:00    | 598742              | 7409681             | D-67         |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 21/07/2023   | 14:24:00    | 598113              | 7410164             | D-68         |
| 21/07/2023   | 14:06:00    | 598138              | 7409961             | D-69         |
| 21/07/2023   | 14:09:00    | 598184              | 7409949             | D-70         |
| 19/07/2023   | 12:00:00    | 599080              | 7409866             | D-71         |
| 19/07/2023   | 12:12:00    | 599007              | 7409862             | D-72         |
| 19/07/2023   | 12:15:00    | 598995              | 7409852             | D-73         |
| 19/07/2023   | 12:20:00    | 598943              | 7409847             | D-74         |
| 20/07/2023   | 12:11:00    | 598491              | 7409688             | D-75         |
| 20/07/2023   | 12:14:00    | 598502              | 7409654             | D-76         |
| 19/07/2023   | 15:04:00    | 598706              | 7409630             | D-77         |
| 19/07/2023   | 14:39:00    | 598768              | 7409641             | D-78         |
| 19/07/2023   | 14:47:00    | 598752              | 7409650             | D-79         |
| 19/07/2023   | 15:05:00    | 598667              | 7409601             | D-80         |
| 19/07/2023   | 14:42:00    | 598768              | 7409641             | D-81         |

## **ANEXO 2**

---

# **Protocolo de inventario estimación biomasa de población de *Neltuma alba* (algarrobos) emplazados en la quebrada de Camar, borde Este del Salar de Atacama.**

**ENERO 2023**

**Gustavo Cruz M., Patricio Tapia A.**

## **1 INTRODUCCIÓN**

---

El protocolo tiene por objeto definir la metodología de levantamiento de información en terreno en el marco del estudio “Estimación biomasa de población de *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba*) (algarrobos) emplazados en el Sector Camar, del Borde Este del Salar de Atacama”. Preparado para Geobiota. El estudio busca estimar la biomasa de una población de *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba*) (algarrobo) ubicada en las inmediaciones del Pozo Camar 2, en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta, a partir del uso de funciones de biomasa por componentes publicadas en la literatura especializada y que sean adaptables a estas poblaciones de la zona norte del país. Esto en virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo semidestructivo de los individuos con el fin de elaborar funciones locales de biomasa aérea.

## **2 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA MEDICIÓN**

---

- **Forcípula.** Para diámetros mayores a 5 cm
- **Pie de metro.** Para diámetros entre 2,5 y 5 cm.
- **Huinch de medir (30 m) o distanciómetro (Vertex).** Medición de altura y radios de copa
- **Cubo.** Cubo construido con tubos de PVC de 0,25 cm de lado, para la estimación de la cantidad de frutos.
- **Brújula.** Exposiciones y ángulos.
- **GPS.** Orientación y posicionamiento.
- **Dispositivo móvil.** Para el registro fotográfico de cada individuo. Se recomienda el uso de la aplicación para dispositivos móviles TimeStamp, que permite registrar de forma georreferenciada la información.

## **3 ELEMENTOS PARA EL REGISTRO DE LAS VARIABLES A MEDIR.**

---

Para el registro de las variables a medir en terreno se requiere lápiz y formularios de terreno (ver Apéndice A), además de una cámara fotográfica.

### 3.1 Variables de ubicación y registro

Las variables de ubicación y registro son las siguientes:

- **Cuadrilla:** Nombre y apellido de los evaluadores
- **Fecha:** Fecha de la medición en formato Día/mes/año
- **Hora:** Hora en la que se realiza el levantamiento en formato de 24 horas
- **Árbol:** Corresponde al código asignado en las evaluaciones previas por Geobiota.
- **Nfoto:** Corresponde al número de foto del registro fotográfico en la campaña de terreno actual.
- **dfoto:** Distancia a la cual fue tomada la fotografía (en metros), se sugiere tomar las fotografías siempre a la misma distancia.
- **CoordenadaX:** Corresponde a la coordenada Este en formato UTM.
- **CoordenadaY:** Corresponde a la coordenada Norte en formato UTM.
- **Observación:** Corresponde a cualquier observación relevante sobre la medición o el estado en que se encuentra el individuo, que no esté incluida en el formulario.

### 3.2 Variables del individuo

a. **Diámetro máximo de la copa:** Corresponde al diámetro más largo de la copa.

- **Código:** mcw
- **Unidad de medida:** cm
- **Instrumento de medición:** Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



Figura 1. Medición diámetro máximo de copa (mcw). Como lo indica la línea roja, el diámetro máximo de la copa (*mcw*) corresponde a la sección transversal más larga de la copa. Para su medición se debe usar la huincha de medir, registrando la amplitud de la copa en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

- b. Diámetro de copa a los 90° del mcw:** Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo (*mcw*).
- **Código:** cw90
- **Unidad de medida:** cm
- **Instrumento de medición:** Brújula y Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



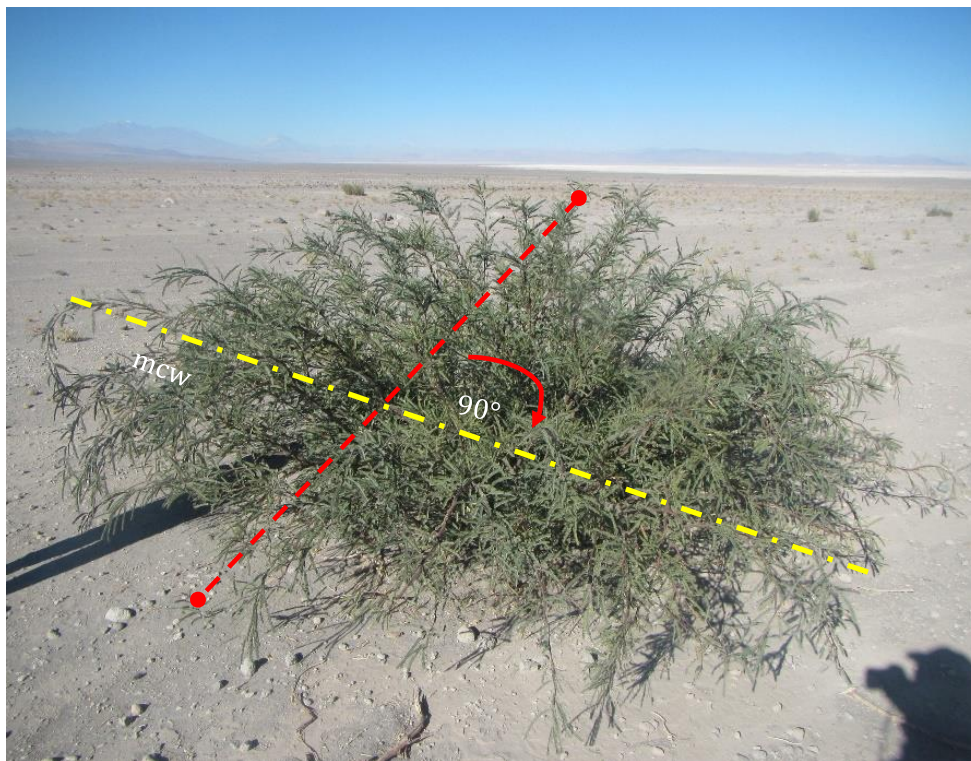


Figura 2. Medición de copa a los 90° del mcw. Como lo indica la línea roja, el diámetro de copa a los 90° del mcw ( $cw90$ ) corresponde a la sección transversal que se encuentra a 90° del diámetro máximo de la copa (línea amarilla). Para su medición se debe usar en primer lugar, la brújula para determinar los 90° del diámetro máximo de copa ( $mcw$ ) y la huincha de medir, registrando su amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

- c. **Altura total:** Altura total del individuo, corresponde a la altura máxima alcanzada por los fustes del individuo.
- **Código:** ht
- **Unidad de medida:** cm
- **Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.



Figura 3. Medición de la altura total. Como lo indica la línea roja, la altura total del individuo (*ht*) corresponde a la sección vertical, más larga de la copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

- d. **Fuste libre de ramas:** Largo del fuste que se encuentra libre de ramas, en caso de que la copa del árbol comience a partir del suelo se debe registrar con valor cero (0).
- **Código: FLR**
- **Unidad de medida: cm**
- **Instrumento de medición: Clinómetro, vertex, vara graduada.**

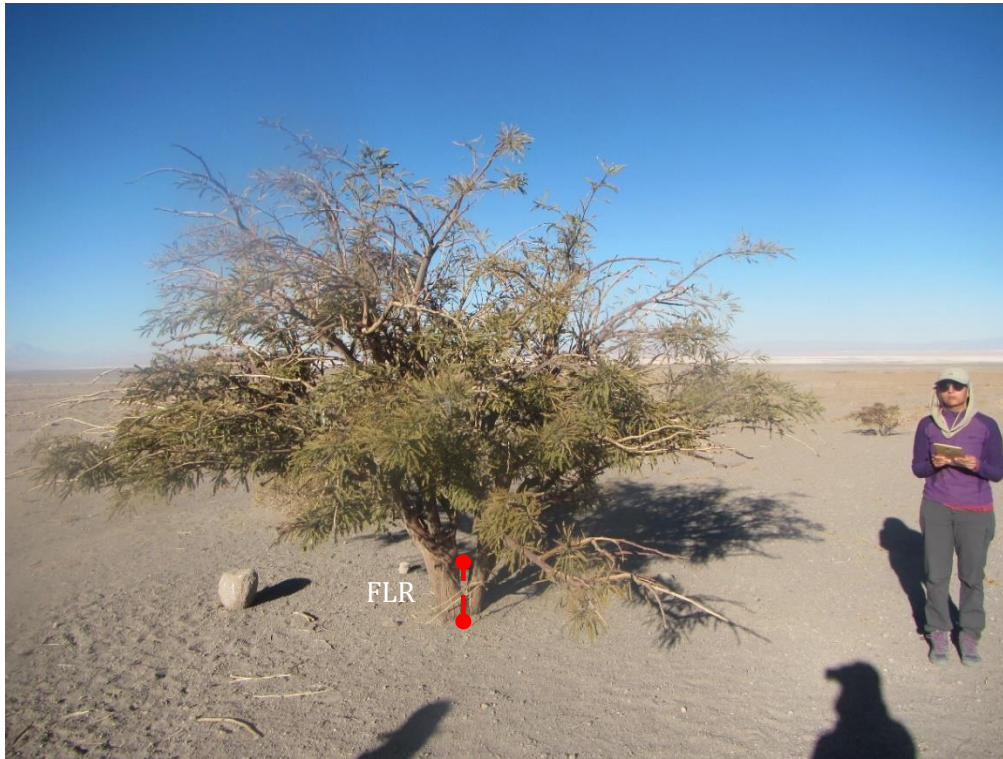


Figura 5. Medición del Fuste libre de ramas. Como lo indica la línea roja, el Fuste libre de ramas corresponde a la sección vertical que va desde el suelo hasta la primera rama que constituye copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

- e. **Número de vástagos menores a 2,5 cm:** Corresponde al número de vástagos menores a 2,5 cm que salen desde la base (10 cm del suelo), segregados según clase de vigor.
- **Código:** nd(<2.5)
- **Unidad de medida:** unidad
- **Instrumento de medición:** No se utiliza.





Figura 4. Registro del N° de vástagos menores a 2,5 cm. La figura muestra un individuo de poco tamaño, en donde los diámetros basales de los vástagos (diámetros medidos a 10 cm del suelo) no superan los 2,5 cm. En este caso se deben contabilizar y segregar según vigor la cantidad de vástagos, registrándolos en la casilla correspondiente del formulario. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste va entre un 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**f. Cantidad de frutos:** Contar la cantidad de frutos en el individuo para cada exposición de la copa.

- **Código: Frutos**

- **Unidad de medida: Cantidad**

- **Instrumento de medición: Cubo 0,25 m de lado, en los casos necesarios.**

Se debe evaluar si el individuo presenta frutos y la cantidad de estos. Para ello se deben contar en cada una de las exposiciones de la copa, la cantidad de vainas que presente el individuo y se deben registrar en la casilla correspondiente del formulario. En el caso de que las vainas sean más de 50 por exposición, se debe realizar una estimación, contando las vainas contenidas en un cubo de 0,25 m de lado el cual se debe introducir en un punto aleatorio en cada exposición de la copa y se debe registrar en la casilla correspondiente del formulario.

#### **4 REGISTRO DE VÁSTAGOS DEL INDIVIDUO**

---

**a. Diámetros basales.** Corresponden a todos los diámetros ( $>2,5$  cm), medidos en la base del fuste (10 cm del suelo).

- **Código:** db<sub>i</sub>, Para diámetros de i hasta n

- **Unidad de medida: cm**

- **Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

Los diámetros basales deben ser marcados, en aquellos casos que sea posible, a la altura de la medición (10 cm del suelo) para realizar medidas posteriores en la misma posición del árbol. La marca idealmente debe realizarse con pintura que no afecte el crecimiento del árbol y que persista en el tiempo al menos una temporada de medición.



Figura 6. Medición de diámetros basales. En la figura de la izquierda, los puntos rojos individualizan los diámetros basales (en este caso son dos,  $db_1$  y  $db_2$ ), los cuales se considerarán los fustes del individuo. En la figura de la derecha se aprecia que cada diámetro basal corresponde a la sección transversal del fuste (línea roja), la cual se encuentra a 10 cm del suelo (línea amarilla). Para su medición se debe usar forcipula en los diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en los diámetros entre 2,5 y 5 cm. Para los diámetros menores a 2,5 cm, sólo se registrará el número de vástagos en la casilla  $nd(<2,5)$  (Ver punto 3.2). La amplitud de los diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario.

**b. Largo del fuste:** Se debe medir el largo del fuste desde la base hasta el ápice o extremo superior para el  $db_i$

- **Código:** hfi, Para diámetros basales i.
- **Unidad de medida:** cm
- **Instrumento de medición:** huincha de distancia o vara graduada.

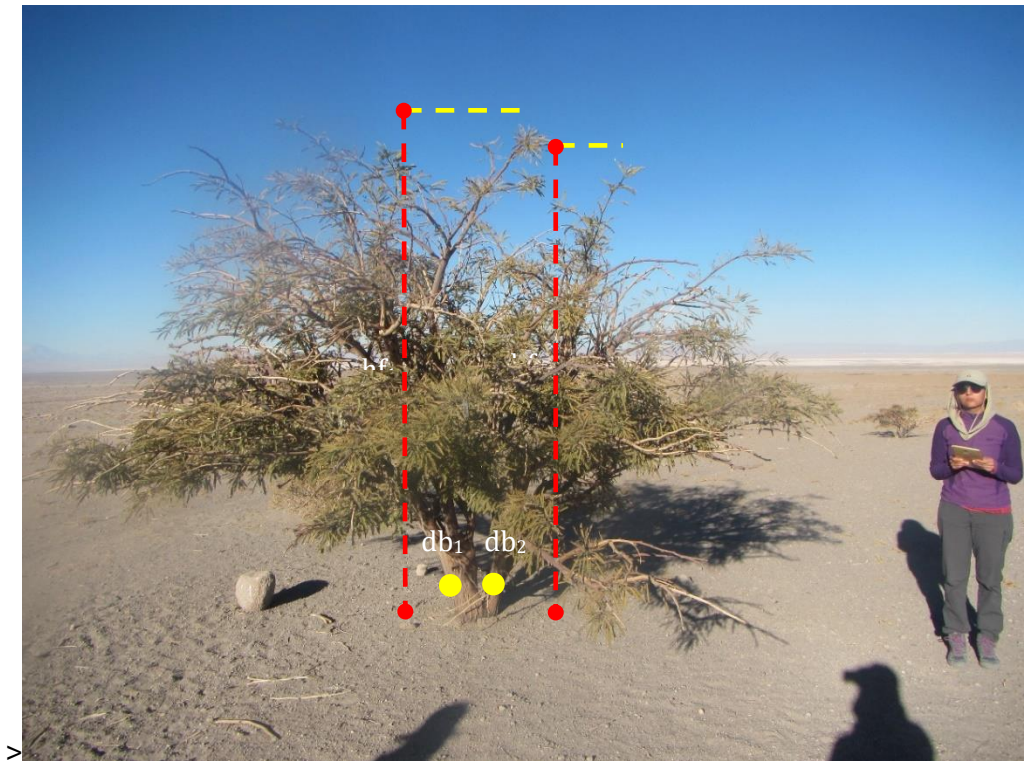


Figura 7. Medición del largo del fuste. El largo del fuste corresponde a la distancia medida entre el suelo y el ápice o extremo superior de cada fuste. En el caso de la fotografía, se identificaron dos fustes relacionados al los diámetros basales  $db_1$  y  $db_2$  (puntos en color amarillo). Para cada fuste se debe registrar en cm, su largo  $hf_1$  y  $hf_2$  respectivamente, en la casilla correspondiente del formulario.

c. **Vigor:** Corresponde a una estimación cualitativa del vigor del fuste.

- **Código:** V

- **Unidad de medida:** S=Seco, MD= Muy débil, D=Débil, N= Normal, EV= Excepcionalmente vigoroso

- **Instrumento de medición:** no se utiliza.





Figura 8. Registro del Vigor. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.



- d. Diámetro a la altura del pecho:** Diámetro de fustes medido a 1.3 m del suelo, para fustes con diámetros basales mayores a 2,5 cm.
- **Código:**  $d(1.3)_{ij}$ , Sólo para diámetros basales  $i$  con diámetro a la altura del pecho  $j$
  - **Unidad de medida:** cm
  - **Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

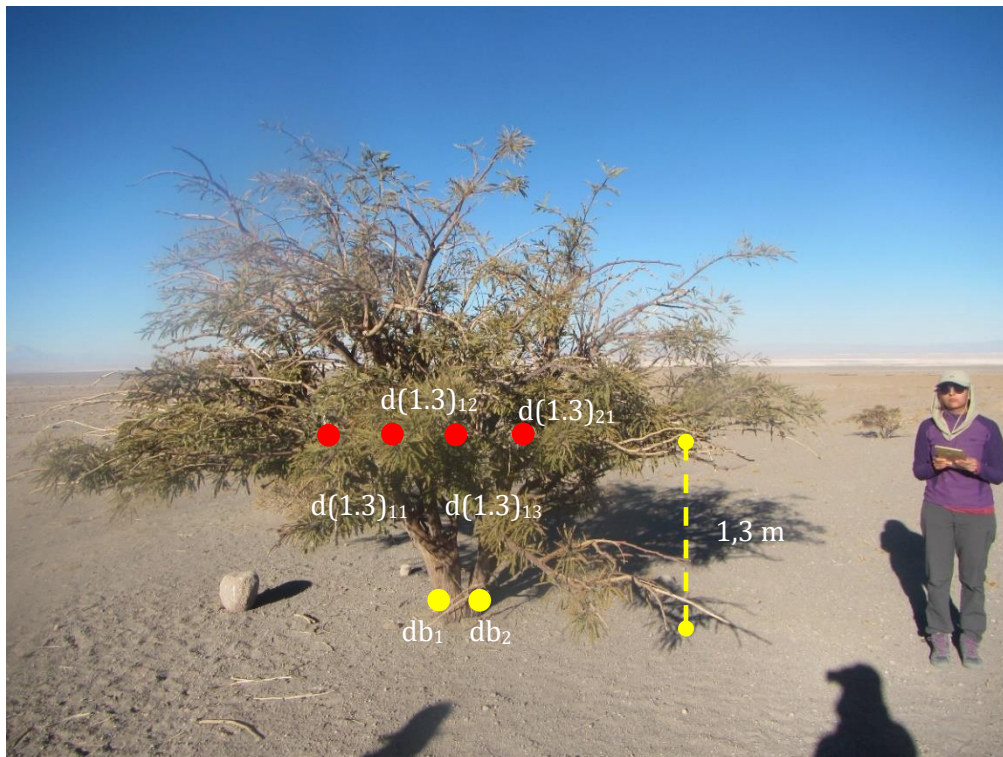


Figura 9. Medición del diámetro a la altura del pecho. Los puntos rojos individualizan los diámetros a la altura del pecho (en este caso son 4,  $d(1.3)_{11}$ ,  $d(1.3)_{12}$ ,  $d(1.3)_{13}$ ,  $d(1.3)_{21}$ ), cada diámetro a la altura del pecho debe estar relacionado a alguno de los diámetros basales definidos en el punto anterior, en este caso  $db_1$  y  $db_2$ , (puntos de color amarillo). Cada diámetro a la altura del pecho, corresponde la sección transversal del fuste, la cual se encuentra a una altura de 1,3 m del suelo (línea

amarilla). Idealmente para su medición se debe usar forcipula en diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en diámetros entre 2,5 y 5 cm. La amplitud del diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario (casilla  $d(1.3)_{ij}$  con  $i, j$  desde 1 a 15).

## **Apéndice A. Formulario de medición**

| Variables de ubicación y registro |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
|-----------------------------------|--|-------|-------------------|----------|-------------|--------|------|------|--|
| Cuadrilla                         |  |       |                   |          | Fecha       | / /    |      | Hora |  |
| Árbol                             |  |       |                   |          | CoordenadaX |        |      |      |  |
| Nfoto                             |  | dfoto |                   |          | Coordenaday |        |      |      |  |
| Variables del individuo           |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
| mcw                               |  |       | (S) Seco          | nd(<2.5) |             | Frutos |      |      |  |
| cw90                              |  |       | (MD) Muy debil    |          |             | Med.   | Est. |      |  |
| ht                                |  |       | (D) Debil         |          |             | N      |      |      |  |
| FLR                               |  |       | (N) Normal        |          |             | E      |      |      |  |
|                                   |  |       | (EV) Ex. Vigoroso |          |             | S      |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             | O      |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |
|                                   |  |       |                   |          |             |        |      |      |  |

| Registro de vástagos del individuo |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|----|----|---|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                    |    |    |   | d(1.3)ij |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   | j        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| i                                  | Db | hf | V |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                    |    |    |   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### **ANEXO 3**

---

**Anexo 3.** Modelos de regresión utilizados para determinar la biomasa aérea de árboles del género *Prosopis* por componentes (Fuste, Ramas, Hojas) y total.

| N° | Modelo  | Coeficientes                                  | Variables Predictoras |
|----|---|---|-----------------------|
| 1  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 2  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^{0.5}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 3  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 4  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^3$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 5  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^{0.5}$                                 | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 6  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 7  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^3$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 8  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                                   | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 9  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 10 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 11 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D^2}$                                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 12 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 D + \beta_3 \frac{1}{D^2}$     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D$                   |
| 13 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 14 | $Y = \beta_0 + \beta_1 DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 15 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 16 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln DH$  | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 17 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 H + \beta_3 D^2 H$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                |
| 18 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H + \beta_2 D^2 H^2 + \beta_3 H^3 + \beta_4 D^2$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ | $D, H$                |
| 19 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3 + \beta_3 H + \beta_3 \frac{1}{H}$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                |
| 20 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 21 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$                                     | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 22 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 23 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 \ln D$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 24 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 \ln D$                               | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 25 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H$                           | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D, H$                |
| 26 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |

Donde  $Y$  = Variable dependiente (Peso seco fuste, Peso seco ramas, Peso seco hojas, Peso seco corteza, Peso seco total,);  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  = Coeficientes del modelo;  $D$  = Diámetro basal;  $H$  = Altura del vástago. Fuente: Modificado de Prodan *et al.*, 1997; Husch, 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012.

## **ANEXO 4**

---

**Anexo 4.** Listado de modelos de regresión para la estimación de biomasa probados en el estudio. Est. Corresponde a la estimación, donde BAL=Biomasa aérea leñosa, BAT=Biomasa aérea total, BH= Biomasa de hojas, BR=Biomasa de ramas, BT=Biomasa total, BFV= Biomasa de fustes vivos, BFM=Biomasa de fustes muertos, BST=Biomasa subterránea total. Y= Variable a predecir, donde DW=Peso seco, POR=Porcentaje, FW=Peso fresco, X1, X2, X3 corresponde a variables predictoras donde Media\_db=Valor medio de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), Dbe\_d0.3=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.3 m de altura (cm), Dbe\_d0.1=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), ht= Altura total (m), dc=diámetro de copa (m), max\_h=Altura máxima (m), cw90= Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido (m), mcw= Corresponde al diámetro más largo de la copa (m), Vc= Volumen de copa (m<sup>3</sup>), Ac=Área de copa (m<sup>2</sup>), AB\_db=Área basal de los diámetros medidos a 0,1 m (m<sup>2</sup>); a, b, c, d son coeficientes del modelo de regresión; Especie= Corresponde a la especie para la cual fue construido el modelo de estimación de biomasa; Fuente bibliográfica= Corresponde a la publicación de donde se obtuvo el modelo en donde se incluye al Mesquite que corresponde a un tipo vegetal conformado por varias especies del género *Prosopis*.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a      | b | c | d | Modelo           | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|--------|---|---|---|------------------|----------------------|------------------------|
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1432 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0901 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1074 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3415 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3269 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1034 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1820 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1382 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1990 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3835 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3913 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1583 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2534 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3093 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4332 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4291 | - | - | - | $Y=a \cdot$      | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.



**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a       | b        | c         | d        | Modelo                               | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|---------|----------|-----------|----------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | dc | 0.07977 | 1.131617 | 0.4953181 | 1.480073 | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))*(X3^d)$ | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | -  | -  | 0.03569 | 2.374869 | -         | -        | $Y=(a*X1^b)$                         | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | ht       | -  | -  | 1.2304  | 1.362872 | -         | -        | $Y=a*exp(b*log(X1)^2)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | dc       | -  | -  | 0.02391 | 6.749443 | -         | -        | $Y=a*X1^b$                           | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | -  | 0.06211 | 1.431773 | 1.491206  | -        | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))^2$      | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1515  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0996  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1296  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3589  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3604  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1109  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1925  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1530  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2383  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4031  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4308  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1708  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2680  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3416  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4552  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4721  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.43   | 2.18     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.32   | 1.85     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 5.84    | 2.85     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

#### Anexo 4. Continuación.

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | a       | b       | c    | d | Modelo   | Especie                 | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|---------|---------|------|---|--|-------------------------|-------------------------|
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 5.75    | 1.98    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | max_h    | -  | -  | -0.08   | 2.68    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | max_h    | -  | -  | 106     | 1.76    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 220.83  | 3.78    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 373.91  | 1.75    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 6.24    | 2.63    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 4.52    | 0.98    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | mcw      | ht | -  | 5.16    | 1.98    | 3.25 | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1) + c \cdot \log(X2)$ | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 208.02  | 3.60    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 70.91   | 0.99    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0295  | 2.67    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0928  | 2.38    | -    | - | $Y = a \cdot X1 \cdot X2^b$                        | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0877  | 2.30    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.4891  | 1.7029  | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | -2.9255 | 2.426   | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0645  | 2.47    | -    | - | $Y = a \cdot X1 \cdot X2^b$                        | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 66.5541 | 0.05796 | -    | - | $Y = a + b \cdot (X1^2) \cdot X2$                  | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BAT  | FW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 75.1691 | 0.08732 | -    | - | $Y = a + b \cdot (X1^2) \cdot X2$                  | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BF   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 48.1442 | -0.3691 | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 50.1114 | -0.8827 | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 5.27    | 0.88    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 219.94  | 0.84    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 3.19    | 0.88    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 61.99   | 0.61    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | a        | b       | c      | d | Modelo  | Especie              | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|----------|---------|--------|---|---|----------------------|-------------------------|
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -1.26    | 1.96    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.63    | 2.23    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.06    | 2.09    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -3.26    | 2.32    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 13.371   | 2.234   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.018    | 1.166   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.182    | 0.060   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 3.641    | 1.713   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 2.994    | 1.671   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 153.3075 | -0.4076 | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 64.9092  | 1.0450  | 0.0300 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 57.8171  | 1.9665  | 0.0904 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 74.888   | 2.519   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 66.134   | 2.676   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 69.205   | 2.455   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 15.265   | 2.301   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.04     | 1.740   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.011    | 1.534   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.001    | 2.130   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.002    | 1.84    | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.1355   | 2.3222  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.0846   | 2.0959  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2826   | 1.3679  | 3.0781 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2462   | 1.2432  | 2.2811 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1          | X2 | X3 | a        | b      | c      | d | Modelo                | Especie   | Fuente bibliográfica             |
|------|----|-------------|----|----|----------|--------|--------|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.558    | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.11     | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0039)</i>   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.31     | -1.13  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0163)</i>   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 1.43     | -0.48  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. chilensis (0009)</i><br><i>P. glandulosa var rorreyana (0001)</i> | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.74     | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            |   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | -  | -  | -97.9663 | 6.2811 | 0.4963 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$     | <i>P. nigra</i>   | de Benitez et al., 2014          |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | ht | -  | 32.0443  | 0.0545 | -      | - | $Y=a+b*X1*X2$         | <i>P. nigra</i>   | de Benitez et al 2014            |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -175.09  | 18.15  | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -53.75   | 0.48   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.34    | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*X1^2*ht$       | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.4     | 02.07  | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -46.16   | 6.87   | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -6.04    | 0.22   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.22    | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*(X1^2)*ht$     | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.71    | 1.97   | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | FW | AB_db       | -  | -  | 0.342    | -0.379 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(AB_db)  | -  | -  | 1.29     | -0.882 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.58     | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 11.60    | -1.23  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BAT  | FW | Dbe_db      | -  | -  | 0.341    | -0.965 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1     | X2 | X3 | a       | b       | c | d | Modelo                      | Especie                                      | Fuente bibliográfica |
|------|----|--------|----|----|---------|---------|---|---|-----------------------------|--|----------------------|
| BT   | FW | Vc     | -  | -  | 0.00302 | -0.974  | - | - | $Y=a*X1+b$                  | <i>P. alba/ chilensis</i>                    | Felker et al., 1982  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5746  | -1.1029 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2902  | -0.9552 | - | - | $\log y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2380  | -0.9648 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5655  | -1.0535 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5440  | 1.1258  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2316  | -0.9142 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5932  | -1.1323 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                    | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.3680  | 1.0997  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                    | Felker et al., 1989  |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 12.43   | 2.283   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                         | Sharifi et al., 1982 |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 13.65   | 2.380   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                         | Sharifi et al., 1982 |
| BH   | DW | Ac     | -  | -  | 3       | 60      | 4 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$           | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Ac     | -  | -  | 94      | 136     | - | - | $Y=a+b*X1^2$                | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Ac     | -  | -  | 138     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Ac     | -  | -  | 287     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Ac     | -  | -  | 220     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BH   | DW | Vc     | -  | -  | 79      | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Vc     | -  | -  | 1386    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Vc     | -  | -  | 1313    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Vc     | -  | -  | 2778    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2       | X3 | a      | b     | c    | d | Modelo                            | Especie              | Fuente bibliográfica |
|------|----|----------|----------|----|--------|-------|------|---|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| BST  | DW | Vc       | -        | -  | 2130   | -     | -    | - | $Y=a*X1$                          | <i>P. glandulosa</i> | Ludwig et al., 1975  |
| BF   | DW | Dbc_d1.3 | ht       | -  | -4.32  | -0.07 | 1.20 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X1^2)*X2)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | ht       | DMC_d0.3 | -  | -1.92  | 0.24  | 1.26 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | Dbc_d0.3 | -        | -  | -2.12  | 1.85  | 0    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | ht       | DMC_d1.3 | -  | -7.64  | 0.30  | 1.74 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X2^2)*X1)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbc_d1.3 | -        | -  | -6.30  | 3.45  | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbc_d0.3 | -        | -  | -10.32 | -0.08 | 5.34 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

## **ANEXO 5**

---

**Anexo 5.** Registro fotográfico de individuos con presencia de frutos (Individuos B-10, B-17 y B21)







## 4 Informe estimación de biomasa octubre 2023

**Estimación biomasa de una población del género *Neltuma*  
(ex *Prosopis*) (algarrobo) emplazada en la quebrada de  
Camar, Borde Este del Salar de Atacama**



**Informe técnico**

**Cuarto trimestre PdC acción 24 Salar de Atacama octubre 2023.**

**Preparado para Geobiota**

Dr. Gustavo Cruz M.

Ing. For. Patricio Tapia A.

Consultores independientes

Santiago, Chile

Diciembre 2023

## **TABLA DE CONTENIDOS**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>ii</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>OBJETIVOS.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>MATERIALES Y METODOLOGÍA .....</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1 Caracterización de la población.....  | 4         |
| 1.2 Estimación de la biomasa aérea para la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> )..... | 4         |
| 1.3 Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población .....                              | 6         |
| 1.4 Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población .....                       | 7         |
| <b>RESULTADOS.....</b>  | <b>8</b>  |
| 1.5 Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) .....                           | 8         |
| 1.6 Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie A .....                   | 10        |
| 1.7 Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie B .....                   | 12        |
| 1.8 Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie C.....                    | 14        |
| 1.9 Censo de la población del género <i>Neltuma</i> (ex <i>Prosopis</i> ) Serie D.....                    | 16        |
| 1.10 Funciones de biomasa aérea seleccionadas .....   | 18        |
| 1.11 Determinación de la biomasa aérea de la población .....  | 18        |
| 1.12 Cambio en las existencias de la población .....  | 20        |
| <b>DISCUSION .....</b>  | <b>36</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>Anexo 1 .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>Anexo 2 .....</b>  | <b>49</b> |
| <b>Introducción .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Instrumentos necesarios para medición.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Elementos para el registro de las variables a medir. ....</b>  | <b>1</b>  |
| 3.1 Variables de ubicación y registro.....  | 2         |
| 3.2 Variables del individuo.....  | 2         |
| <b>4 Registro de vástagos del individuo .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>Anexo 3 .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>Anexo 4 .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Anexo 5 .....</b>  | <b>25</b> |

## RESUMEN

---

Se estimaron las existencias y cambios en la biomasa aérea por componente de una población de árboles del género *Neltuma* sp. (ex *Prosopis* sp.) ubicada en la quebrada de Camar, Región de Antofagasta, segregada en cuatro Series (A, B, C y D). La estimación de la biomasa aérea por componente corresponde a la medición de octubre de 2023 y se realizó a partir de un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento (256 individuos), siendo posible a la fecha medir 183 árboles. Los individuos restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz, siendo imposible su medición en terreno.

Las mediciones en los árboles registraron distintas variables dendrométricas (Diámetro máximo de la copa, Diámetro de copa a los 90°, Altura total de los individuos, Diámetro basal, Diámetro a la altura del pecho, Largo del vástago), las cuales se incorporaron en modelos de regresión obtenidos de la literatura, considerando sus características de hábito de crecimiento y vitalidad. Además, los parámetros dendrométricos y de biomasa obtenidos se compararon con información disponible de mediciones anteriores (noviembre 2020, abril 2022, enero 2023, abril 2023, julio 2023).

A nivel de población un 69,4% de los árboles medidos, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 30,6 % restante se encuentra "Seco". La mayor parte de los individuos (80,3%) son pequeños, concentrándose en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) y con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor diámetro (> 20,0 cm) sólo representan el 9,3% del total y pueden alcanzar en promedio hasta los 6,75 m de altura. En la población predominan los individuos plurifustales, (más de un vástago) cuyo número promedio fluctúa entre 2,6 y 60,3 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando sólo los 2,9 m<sup>2</sup> para el total de la población, concentrándose (72,1%) en ocho individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm). El promedio de las áreas de la copa de los individuos fluctúa entre 0,006 y 100,16 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

A nivel de serie, un 59,3%; 83,3%; 61,5% y un 81,5% de los árboles medidos de la Serie A, B, C y D respectivamente, presentan algún nivel de vitalidad en sus vástagos. Para la Serie A, C y D, predominan (53,7%; 55,7%; 56,9%, respectivamente) las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm para la serie A y los 12 cm para las series C y D. Por el contrario, en la serie B predominan las clases diamétricas de mayor tamaño (> a 7,5 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 85 cm, con alturas medias que pueden alcanzar hasta los 6,75 m. En todas las series predominan los individuos plurifustales, alcanzando medias que van desde los 2 hasta los 59,0; 63,0; 22,3 y 32,0 vástagos por individuo para las series A, B, C y D respectivamente. Las áreas basales acumuladas para cada serie son por lo general bajas, registrando valores de 0,7754; 0,0501 y 0,0558 m<sup>2</sup> para las series A, C y D respectivamente, sólo la serie B presenta un valor más alto de área basal acumulada, alcanzado los 2,0210 m<sup>2</sup>, en donde el 91,4% lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>45 cm). El promedio de las áreas de la copa no supera los 0,07

m<sup>2</sup> para las Series C y D, pero alcanzan valores medios máximos de 21,36 m<sup>2</sup> y 100,16 m<sup>2</sup> para las series A y B respectivamente.

A nivel de población (individuos vivos + secos), la biomasa aérea total alcanza a 5.588,0 kg, con un valor promedio por individuo de 30,5 kg, donde los individuos vivos y secos representa el 91,6% y el 8,4%, respectivamente. La biomasa se acumula mayoritariamente en el componente ramas (61,8%), le siguen en orden de magnitud, el componente fuste (30,3%) y hojas (7,9%).

Existe una tendencia al incremento en la media del diámetro basal equivalente y en área basal acumulada de la población (Vivos+Secos). Si se agrupan estadísticamente los resultados obtenidos, se tiene un primer periodo (Mediciones de abril de 2022 y enero de 2023) y un segundo periodo (Mediciones de abril, julio y octubre de 2023), resultando en un incremento entre periodos en la media del diámetro basal equivalente y el área basal de 1,3 cm y 0,5659 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Los resultados indican que existe una tendencia al incremento en la biomasa aérea de la población (Vivos+Secos). Si se agrupan estadísticamente los resultados, resulta en un incremento entre periodos en biomasa área de las componentes Total, Fustes y Ramas de 529,1; 20,4 y 177,1 kg respectivamente, que en promedio correspondería a una variación del 7,8%. En cambio, la biomasa de Hojas presentaría una disminución entre periodos de 35,3 kg, equivalente a un 17,3% del componente.

## INTRODUCCIÓN

---

En el marco del procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante la Resolución Exenta N°1/Rol F-041-2016 (rectificado por Res. Ex. N°4/Rol F-041-2016), y aprobado el 29 de agosto del 2022, en la Res. Ex N°38/Rol-F041-2016, se considera aquí la complementación de la información contenida en los informes del Plan de Seguimiento Ambiental Biológico (PSAB) en cuanto a la acción 23 que complementa el monitoreo de los Algarrobos que son objeto de seguimiento ambiental conforme la RCA N°226/2006. Esto a través de la incorporación de variables o análisis adicionales; y posteriormente, la implementación de la acción 24 de Plan de cumplimiento, que incorpora el seguimiento ambiental de individuos de Algarrobos y otras formaciones vegetacionales en la Quebrada de Camar que no forman parte del seguimiento ambiental comprometido en el marco de la RCA N°226/2006; y la incorporación de nuevos parámetros y variables de monitoreo en el sector, para lo cual se solicita la estimación de las variables dendrométricas, desde ahora, biomasa de los individuos de Algarrobo que se encuentran en pie dentro de la quebrada.

El género *Neltuma* (*ex Prosopis*, ver Hughes *et al.*, 2022)<sup>1</sup> en general está conformado por árboles nativos que crecen en las regiones áridas y semiáridas de Chile y otros países del cono sur (Rodríguez *et al.*, 1983; Zuloaga *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2018). Estas especies tienen una alta capacidad para desarrollarse en zonas con baja disponibilidad de agua y fuertemente salinas. Este es el caso de la población bajo monitoreo (en adelante la población) ubicada en la quebrada de Camar, Salar de Atacama.

Uno de los métodos más precisos para la estimación de la biomasa es el Método de regresión, (Sato y Madgwick, 1982). Este se basa en funciones alométricas (Huxley, 1924; Gayon, 2000) construidas a partir del peso seco por componentes y total del árbol, como variables dependientes y el diámetro a la altura del pecho (DAP) o a la altura del tocón (DAT), como variable independiente (Baskerville, 1972). Sin embargo, su aplicación práctica demanda la corta y medición de individuos (método destructivo con árboles muestra) para su construcción. Por instrucción explícita por parte de la Directiva de Camar a través de su Unidad Medio Ambiental resulta imposible realizar un muestreo destructivo en la población de Camar, con objeto de elaborar funciones locales de biomasa, el análisis exige que la estimación de la biomasa aérea sea obtenida mediante funciones publicadas en la literatura para el género *Prosopis* o afines a este. Estas funciones han sido desarrolladas en su mayoría en el extranjero (Argentina, USA, Brasil), ya que estas son casi inexistentes en el país.

En este contexto, este estudio estima la biomasa aérea promedio por componente y total de una población de árboles del género *Neltuma* (*ex Prosopis*) (algarrobo), ubicada en la

---

<sup>1</sup> Los cambios a nivel taxonómico del género *Prosopis*, afectan a la especie aquí estudiada, sin embargo para efecto de la bibliografía que sostiene este informe, se considerarán los nombres publicados en la literatura consultada.

quebrada de Camar. Este se basa en datos registrados durante el mes de octubre de 2023 por un equipo de especialistas en plantas de Geobiota y el posterior procesamiento y análisis de funciones de biomasa publicadas en la literatura especializada (Ej. Felker *et al.*, 1982, Felker *et al.*, 1989, Fernandes *et al.*, 1996), las cuales son aplicables a esta población, realizado por los autores de este informe.

A continuación, se presentan los objetivos, metodología, resultados y conclusiones del estudio realizado. Información detallada y complementaria se entrega en apéndices y anexos.



## OBJETIVOS

---

El objetivo general de este estudio es estimar la biomasa de una población de árboles pertenecientes al género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (algarrobo) ubicados en la quebrada de Camar, Salar de Atacama, Región de Antofagasta.

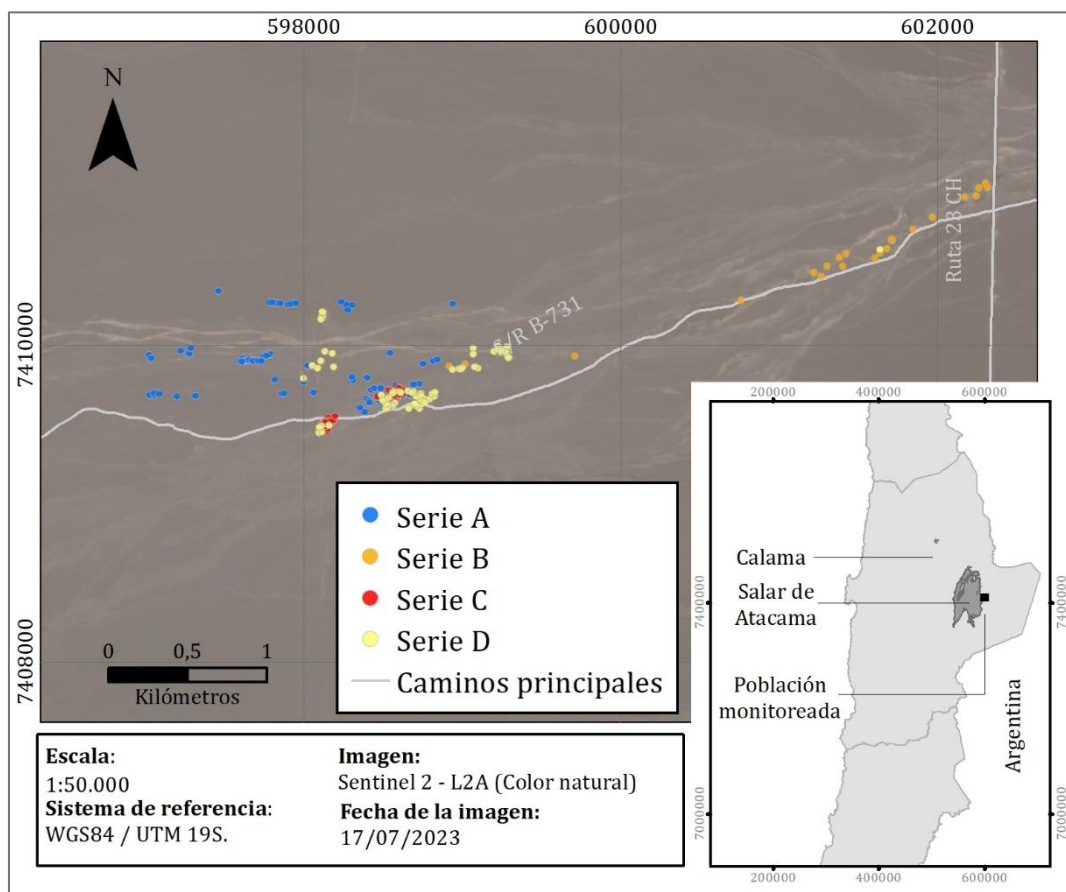
Además, tiene como objetivos específicos:

- Búsqueda, análisis y selección de funciones alométricas de biomasa aérea según componente (fuste, ramas, hojas y total).
- Elaboración de un inventario por componente aéreo, según clase de tamaño de la población (censo).
- Estimación de la biomasa según componentes (fuste, ramas, hojas y frutos) de los individuos del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (algarrobo), teniendo en consideración una segregación por tamaño de la población inventariada.
- Estimación del cambio en biomasa aérea de la población en el período 2020-2023.

## MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 1.1 Caracterización de la población

La población perteneciente al género *Neltuma* (ex *Prosopis*) se ubica en la Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia del Loa, Región de Antofagasta (El detalle de las coordenadas de ubicación de cada individuo se presentan en el Anexo 1), y está compuesta por árboles de origen natural de diversos tamaños y se extiende en una superficie aproximada de 1.000 ha (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de la población monitoreada, los colores indican las series en las cuales se encuentran segregados los individuos. Sistema de referencia: WGS84/UTM 19S. Escala: 1:50.000. Imagen satelital, Sentinel 2 – L2A, Color natural del 17 de julio de 2023.

### 1.2 Estimación de la biomasa aérea para la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)

#### 1.2.1 Censo en terreno de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)

Para estimar la biomasa de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) se realizó un censo a la totalidad de los individuos bajo seguimiento, registrando aquellas variables arbóreas en terreno más utilizadas por los modelos de regresión reportados por la literatura (e. g. Ludwig *et al.*, 1975, Sharifi *et al.*, 1982, Felker *et al.*, 1982, Fernandes *et*

*al.*, 1996, Hierro *et al.*, 2000, , Ledesma *et al.*, 2010, Álvarez *et al.*, 2011) y que permitieron estimar en forma eficiente la cantidad de biomasa área para estos individuos en particular.

Las variables registradas en terreno y los procedimientos para su relevamiento se encuentran en el Anexo 2, entre las variables más importantes se encuentran:

- Diámetro máximo de la copa (mcw). Corresponde al diámetro más largo de la copa del individuo en cm.
- Diámetro de copa a los 90° del mcw (cw90). Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido en cm.
- Altura total (ht). Altura total del individuo en m.

Adicionalmente, para los individuos plurifustales (con más de un vástago) se registró para todos los diámetros basales mayores a 2,5 cm las siguientes variables:

- Diámetro basal (db). Diámetro medido en la base del fuste (0,1 m del suelo) en cm. Esta medición se realizó en todos los vástagos o fustes, lo cual permitió registrar a su vez el diámetro de fuste o vástago más largo.
- Diámetro a la altura del pecho ( $d_{1.3}$ ). Diámetro medido a 1.3 m del suelo, en cm. (según se presente)
- Largo del vástago (hf). Largo del fuste desde la base hasta el extremo superior en cm.

Además, se contaron todos los individuos con diámetros basales menores a 2.5 cm, y se les midió la altura individual (cm).

Debido a que los individuos presentaron más de un vástago<sup>(2)</sup>, la caracterización de la población según la clase diamétrica se realizó utilizando el Diámetro basal equivalente (Dbe), que estima el diámetro que tendría cada árbol si tuviera un único fuste conformado por los diámetros basales a una altura de 10 cm del suelo de todos los vástagos existentes. Esto se calculó con siguiente fórmula (Álvarez *et al.*, 2011):

$$Dbe = 2 \sqrt{\sum \left(\frac{db_{0.1}}{2}\right)^2}$$

Donde:

Dbe = Diámetro basal equivalente (cm)

$db_{0.1}$  = Diámetros basales de cada vástago a 10 cm de altura del suelo

A partir de esta información se determinaron los siguientes parámetros:

---

<sup>2</sup> Tallos, rebrotes o fustes que brotan desde la base de un árbol cercano al suelo originando que este no presente un tronco o fuste único (individuo plurifustal).

- Rango diamétrico (Dbe) (cm).
- Altura media por rango diamétrico (m).
- Abundancia (Nº de vástagos).
- Área basal (m<sup>2</sup>).
- Área de copa (Acopa) (m<sup>2</sup>).
- Volumen de copa (Vc) (m<sup>3</sup>).

### **1.2.2 Selección de los modelos para estimar la biomasa aérea**

Para estimar la biomasa aérea de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) se procedió a probar una selección de modelos de regresión (Anexo 3), los cuales corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa (Prodan *et al.*, 1997; Husch, 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012). Se preseleccionaron 135 modelos de regresión para estimar la biomasa para especies de género *Neltuma* (ex *Prosopis*) reportada por la literatura (Anexo 4).

Para la selección de los mejores modelos, desde el punto de su aplicabilidad a la población local, se siguieron los siguientes pasos metodológicos. En un primer paso se descartaron aquellos modelos cuyas variables o rangos de aplicación estuvieran alejados de las características de los individuos de la población bajo estudio, o la información disponible publicada fuera insuficiente para la aplicación del modelo. En un segundo paso, con aquellos inicialmente seleccionados se calculó preliminarmente la biomasa aérea total de cada individuo de la población, determinándose el máximo, mínimo, media y desviación estándar de los resultados de biomasa obtenidos. Estos resultados individuales se agruparon en bandas de confianza en torno a la desviación estándar de la media. En un tercer paso y final, se seleccionaron sólo aquellos modelos cuyos resultados de biomasa promedio se agruparon dentro del rango 50%-100% de la desviación estándar de la media, según el número de funciones disponibles. Se considera este valor como conservador para el intervalo de confianza en el que se mueve el estadígrafo de posición. Esto teniendo en cuenta que los individuos de la población censada presentan una alta variabilidad de tamaños y las funciones aplicadas provienen de poblaciones de diversas especies del género *Prosopis* y, a su vez, con diversos tamaños y hábitos de crecimiento.

### **1.3 Determinación de la biomasa aérea de los individuos y la población**

La determinación de la biomasa aérea se realizó mediante la aplicación del conjunto de modelos seleccionados a cada individuo de la población, obteniéndose un valor medio de biomasa aérea para cada componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total). Es importante señalar, que las funciones de regresión empleadas no son aditivas, ya que, cada componente de la biomasa y el total se ajusta por separado (regresiones independientes). Así, el total de la suma de cada componente de la biomasa individual difiere del total de biomasa por individuo ajustado por separado (Parresol, 2001).

#### **1.4 Estimación del cambio en las existencias de biomasa aérea de la población**

Para estimar el cambio en las existencias en biomasa se comparó la biomasa registrada por la población durante la medición de enero, abril, julio y octubre de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A) y 2022 (Serie A, B, C y D). Es importante señalar, que los resultados obtenidos para las mediciones anteriores pueden variar levemente respecto a lo reportado en los informes, considerando que se realizó una depuración, complemento y consolidación de la base de datos. Además, se ajustaron los modelos utilizados a partir de la nueva información incorporada a la base de datos en las últimas mediciones. La comparación estadística se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) o prueba de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) según la cantidad de mediciones registradas, para analizar si existen diferencias en las medias de la biomasa aérea reportadas según componente (Fuste, Ramas, Hojas y Total).

## RESULTADOS

---

### 1.5 Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*)

La base de datos analizada presenta 256 registros (Ver Anexo 1) correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) (Series A, B, C, D) de los cuales fue posible ubicar y medir 183 árboles (71,5%). Los 73 árboles (28,5%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 69,4% de los árboles (127 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 30,6% restante (56 árboles) actualmente no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 1, la mayor parte de los individuos (80,3%, 147 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm, 2,6 a 5 cm y 5,0-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 50 cm. Los individuos de mayor tamaño (>20 cm) sólo representan el 9,3% (17 árboles) de la población y pueden alcanzar en promedio hasta los 6,75 m de altura.

La mayoría de los individuos (91,8%, 168 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,6 y 60,3 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 2,9024 m<sup>2</sup> para el total de la población, en donde el 72,1% de esta lo acumulan ocho individuos de gran tamaño (*Dbh*>30 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,06 y 100,16 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de área de copa.

Se registraron intervenciones en dos individuos de la población, el primero correspondiente a la serie A, que presenta señales de haber sufrido una corta de algunas de sus ramas y el otro de la Serie B, que presenta indicios de haber sido ramoneado posiblemente por burros, ambos se presentan en el Anexo Fotográfico N° 5.

**Cuadro 1.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulada y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*). (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)   |             |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos       | secos       | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 27                         | 28        | 55                 | 3,1   | 2,2        | 2,6                | 0,16        | 0,08        | 0,12               | 0,0102                 | 0,0075        | 0,0177             | 0,08                       | 0,05        | 0,06               |
| 2,6 - 5                        | 59                         | 18        | 77                 | 8,6   | 7,3        | 8,3                | 0,15        | 0,22        | 0,16               | 0,0641                 | 0,0174        | 0,0815             | 0,17                       | 0,56        | 0,26               |
| 5,1 - 7,5                      | 12                         | 3         | 15                 | 16,3  | 11,0       | 15,3               | 0,52        | 0,53        | 0,52               | 0,0335                 | 0,0067        | 0,0402             | 1,19                       | 0,96        | 1,15               |
| 7,6 - 10                       | 6                          | 1         | 7                  | 17,5  | 11,0       | 16,6               | 0,76        | 2,08        | 0,95               | 0,0374                 | 0,0066        | 0,0440             | 3,14                       | 6,54        | 3,63               |
| 10,1 - 12,5                    | 3                          | -         | 3                  | 60,3  | -          | 60,3               | 1,11        | -           | 1,11               | 0,0296                 | -             | 0,0296             | 7,36                       | -           | 7,36               |
| 12,6 - 15                      | 5                          | 1         | 6                  | 16,2  | 25,0       | 17,7               | 1,43        | 0,55        | 1,28               | 0,0832                 | 0,0144        | 0,0976             | 6,57                       | 1,43        | 5,71               |
| 15,1 - 17,5                    | -                          | 2         | 2                  | -   | 9,0        | 9,0                | -           | 1,08        | 1,08               | -                      | 0,0469        | 0,0469             | -                          | 3,28        | 3,28               |
| 17,6 - 20                      | 1                          | -         | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 2,49        | -           | 2,49               | 0,0267                 | -             | 0,0267             | 16,83                      | -           | 16,83              |
| 20,1 - 22,5                    | 2                          | -         | 2                  | 5,0   | -          | 5,0                | 1,82        | -           | 1,82               | 0,0732                 | -             | 0,0732             | 21,36                      | -           | 21,36              |
| 22,6 - 25                      | 3                          | -         | 3                  | 4,3   | -          | 4,3                | 1,92        | -           | 1,92               | 0,1380                 | -             | 0,1380             | 11,59                      | -           | 11,59              |
| 25,1 - 27,5                    | 2                          | 1         | 3                  | 8,5   | 2,0        | 6,3                | 3,10        | 0,90        | 2,37               | 0,1020                 | 0,0503        | 0,1523             | 23,33                      | 3,12        | 16,59              |
| 27,6 - 30                      | -                          | 1         | 1                  | -   | 2,0        | 2,0                | -           | 3,75        | 3,75               | -                      | 0,0617        | 0,0617             | -                          | 17,31       | 17,31              |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 1,0   | 4,0        | 2,5                | 3,75        | 2,56        | 3,16               | 0,0745                 | 0,0717        | 0,1462             | 20,45                      | 14,91       | 17,68              |
| 35,1 - 37,5                    | 1                          | -         | 1                  | 11,0  | -          | 11,0               | 2,30        | -           | 2,30               | 0,0992                 | -             | 0,0992             | 36,31                      | -           | 36,31              |
| 47,6 - 50                      | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 3,20        | -           | 3,20               | 0,1963                 | -             | 0,1963             | 43,54                      | -           | 43,54              |
| 65,1 - 67,5                    | 2                          | -         | 2                  | 10,5  | -          | 10,5               | 5,13        | -           | 5,13               | 0,6879                 | -             | 0,6879             | 91,04                      | -           | 91,04              |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 6,75        | -           | 6,75               | 0,3959                 | -             | 0,3959             | 84,69                      | -           | 84,69              |
| 82,6 - 85                      | 1                          | -         | 1                  | 1,0   | -          | 1,0                | 6,30        | -           | 6,30               | 0,5675                 | -             | 0,5675             | 100,16                     | -           | 100,16             |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>127</b>                 | <b>56</b> | <b>183</b>         | <b>9,7</b>  | <b>5,1</b> | <b>8,3</b>         | <b>0,67</b> | <b>0,35</b> | <b>0,57</b>        | <b>2,6192</b>          | <b>0,2832</b> | <b>2,9024</b>      | <b>5,58</b>                | <b>1,15</b> | <b>4,22</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

### 1.6 Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie A

La Serie A, consta de 75 registros (Ver Anexo 1) correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 54 árboles (72,0%). Los 21 árboles (28,0%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 59,3% (32 árboles) de los árboles medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 40,7% (22 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 2, la mayor parte de los individuos (53,7%, 29 árboles) de la serie A, se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (0 a 2,5 cm; 2,6 a 5 cm; 5,1-7,5 cm) con alturas medias que no superan los 70 cm. Los individuos de mayor tamaño (>20 cm) sólo representa el 18,5 % (10 árboles) y pueden alcanzar hasta los 3,75 m de altura.

La mayoría de los individuos (90,7%, 49 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,0 y 59,0 vástagos por individuo.

El área basal es baja, alcanzando los 0,7754 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie A, en donde el 67,2 % de esta lo acumulan 10 individuos de gran tamaño (*Dbh*>20 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,17 y 21,36 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño.



**Cuadro 2.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie A. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)   |             |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos       | secos       | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 2                          | 7         | 9                  | 3,5   | 1,9        | 2,2                | 0,47        | 0,18        | 0,24               | 0,0009                 | 0,0016        | 0,0025             | 0,27                       | 0,14        | 0,17               |
| 2,6 - 5                        | 5                          | 5         | 10                 | 5,6   | 7,8        | 6,7                | 0,58        | 0,54        | 0,56               | 0,0052                 | 0,0057        | 0,0109             | 1,40                       | 1,42        | 1,41               |
| 5,1 - 7,5                      | 7                          | 3         | 10                 | 10,7  | 11,0       | 10,8               | 0,81        | 0,53        | 0,73               | 0,0186                 | 0,0067        | 0,0253             | 2,02                       | 0,96        | 1,70               |
| 7,6 - 10                       | 3                          | 1         | 4                  | 16,3  | 11,0       | 15,0               | 0,64        | 2,08        | 1,00               | 0,0171                 | 0,0066        | 0,0237             | 1,90                       | 6,54        | 3,06               |
| 10,1 - 12,5                    | 2                          | -         | 2                  | 59,0  | -          | 59,0               | 1,01        | -           | 1,01               | 0,0208                 | -             | 0,0208             | 8,48                       | -           | 8,48               |
| 12,6 - 15                      | 5                          | 1         | 6                  | 16,2  | 25,0       | 17,7               | 1,43        | 0,55        | 1,28               | 0,0832                 | 0,0144        | 0,0976             | 6,57                       | 1,43        | 5,71               |
| 15,1 - 17,5                    | -                          | 2         | 2                  | -   | 9,0        | 9,0                | -           | 1,08        | 1,08               | -                      | 0,0469        | 0,0469             | -                          | 3,28        | 3,28               |
| 17,6 - 20                      | 1                          | -         | 1                  | 5,0   | -          | 5,0                | 2,49        | -           | 2,49               | 0,0267                 | -             | 0,0267             | 16,83                      | -           | 16,83              |
| 20,1 - 22,5                    | 2                          | -         | 2                  | 5,0   | -          | 5,0                | 1,82        | -           | 1,82               | 0,0732                 | -             | 0,0732             | 21,36                      | -           | 21,36              |
| 22,6 - 25                      | 3                          | -         | 3                  | 4,3   | -          | 4,3                | 1,92        | -           | 1,92               | 0,1380                 | -             | 0,1380             | 11,59                      | -           | 11,59              |
| 25,1 - 27,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 2,0   | 2,0        | 2,0                | 3,70        | 0,90        | 2,30               | 0,0516                 | 0,0503        | 0,1019             | 18,06                      | 3,12        | 10,59              |
| 27,6 - 30                      | -                          | 1         | 1                  | -   | 2,0        | 2,0                | -           | 3,75        | 3,75               | -                      | 0,0617        | 0,0617             | -                          | 17,31       | 17,31              |
| 30,1 - 32,5                    | 1                          | 1         | 2                  | 1,0   | 4,0        | 2,5                | 3,75        | 2,56        | 3,16               | 0,0745                 | 0,0717        | 0,1462             | 20,45                      | 14,91       | 17,68              |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>32</b>                  | <b>22</b> | <b>54</b>          | <b>12,2</b>   | <b>6,7</b> | <b>9,9</b>         | <b>1,25</b> | <b>0,80</b> | <b>1,06</b>        | <b>0,5098</b>          | <b>0,2656</b> | <b>0,7754</b>      | <b>6,56</b>                | <b>2,76</b> | <b>5,01</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

### 1.7 Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie B

La serie B, consta de 22 registros (Ver Anexo 1) correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 12 árboles (54,5%). Los 10 árboles (45,5%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 83,3% de los árboles (10 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 16,7% (2 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 3, la mayor parte de los individuos de la serie B (83,3 %, 10 árboles) se concentran en las clases diamétricas de mayor tamaño (>7,5 cm), llegando a registrar un individuo con un diámetro basal equivalente de hasta 85 cm y alturas medias que pueden alcanzar hasta los 6,75 m.

La mayoría de los individuos (75,0%, 9 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 1,0 y 63,0 vástagos por individuo.

El área basal es alta considerando el bajo número de individuos que conforman la serie y su gran tamaño, alcanzando los 2,0210 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la Serie B, en donde el 91,4% lo acumulan cinco individuos de gran tamaño (*Dbh*>45 cm).

El promedio de las áreas de la copa fluctúa entre 0,16 y 100,16 m<sup>2</sup>, mostrando una clara tendencia en su desarrollo en los individuos de mayor tamaño que son capaces de superar los 30 m<sup>2</sup> de copa.

**Cuadro 3.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie B. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |       |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |       |                    | Hm<br>(m) |       |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |        |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-------|--------------------|---|-------|--------------------|-----------|-------|--------------------|------------------------|--------|--------------------|----------------------------|--------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos | total <sup>a</sup> | vivos   | secos | total <sup>a</sup> | vivos     | secos | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos  | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos* | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | -                          | 1     | 1                  | -   | 3,0   | 3,0                | -         | 0,10  | 0,10               | -                      | 0,0004 | 0,0004             | -                          | 0,16   | 0,16               |
| 2,6 - 5                        | -                          | 1     | 1                  | -   | 4,0   | 4,0                | -         | 0,58  | 0,58               | -                      | 0,0009 | 0,0009             | -                          | 3,00   | 3,00               |
| 7,6 - 10                       | 2                          | -     | 2                  | 20,5  | -     | 20,5               | 1,28      | -     | 1,28               | 0,0138                 | -      | 0,0138             | 6,56                       | -      | 6,56               |
| 10,1 - 12,5                    | 1                          | -     | 1                  | 63,0  | -     | 63,0               | 1,30      | -     | 1,30               | 0,0088                 | -      | 0,0088             | 5,12                       | -      | 5,12               |
| 25,1 - 27,5                    | 1                          | -     | 1                  | 15,0  | -     | 15,0               | 2,50      | -     | 2,50               | 0,0503                 | -      | 0,0503             | 28,59                      | -      | 28,59              |
| 32,6 - 35                      | 1                          | -     | 1                  | 11,0  | -     | 11,0               | 2,30      | -     | 2,30               | 0,0992                 | -      | 0,0992             | 36,31                      | -      | 36,31              |
| 47,6 - 50                      | 1                          | -     | 1                  | 1,0   | -     | 1,0                | 3,20      | -     | 3,20               | 0,1963                 | -      | 0,1963             | 43,54                      | -      | 43,54              |
| 65,1 - 67,5                    | 2                          | -     | 2                  | 10,5  | -     | 10,5               | 5,13      | -     | 5,13               | 0,6879                 | -      | 0,6879             | 91,04                      | -      | 91,04              |
| 70,1 - 72,5                    | 1                          | -     | 1                  | 1,0   | -     | 1,0                | 6,75      | -     | 6,75               | 0,3959                 | -      | 0,3959             | 84,69                      | -      | 84,69              |
| 82,6 - 85                      | 1                          | -     | 1                  | 1,0   | -     | 1,0                | 6,30      | -     | 6,30               | 0,5675                 | -      | 0,5675             | 100,16                     | -      | 100,16             |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | 10                         | 2     | 12                 | 15,4  | 3,5   | 13,4               | 3,52      | 0,34  | 2,99               | 2,0197                 | 0,0013 | 2,0210             | 49,36                      | 1,58   | 41,40              |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente

### **1.8 Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie C**

La serie C, presenta 79 registros (Ver Anexo 1) correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 52 árboles (65,8%). Los 27 árboles (34,2%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 61,5% de los árboles (32 árboles) medidos se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 38,5% (20 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 4, los árboles de la Serie C no superan los 7,5 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (55,7%, 29 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 a 5 cm con alturas medias que no superan los 10 cm.

Casi la totalidad de los individuos (92,3%, 48 árboles) presentan más de un vástago (plurifustales), cuyo número promedio fluctúa entre 2,6 y 22,3 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0501 m<sup>2</sup> de forma acumulada para la serie C y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,05 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 4.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Db*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie C. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)   |             |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos       | secos       | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 8                          | 11        | 19                 | 3,4   | 2,1        | 2,6                | 0,11        | 0,03        | 0,06               | 0,0033                 | 0,0028        | 0,0061             | 0,01                       | 0,00        | 0,01               |
| 2,6 - 5                        | 20                         | 9         | 29                 | 10,2  | 7,4        | 9,3                | 0,08        | 0,04        | 0,07               | 0,0249                 | 0,0082        | 0,0331             | 0,02                       | 0,00        | 0,01               |
| 5,1 - 7,5                      | 4                          | -         | 4                  | 22,3  | -          | 22,3               | 0,08        | -           | 0,08               | 0,0109                 | -             | 0,0109             | 0,05                       | -           | 0,05               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>32</b>                  | <b>20</b> | <b>52</b>          | <b>10,0</b>   | <b>4,5</b> | <b>7,9</b>         | <b>0,09</b> | <b>0,04</b> | <b>0,07</b>        | <b>0,0391</b>          | <b>0,0110</b> | <b>0,0501</b>      | <b>0,02</b>                | <b>0,00</b> | <b>0,01</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

### **1.9 Censo de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) Serie D**

La serie D, presenta 80 registros (Ver Anexo 1) correspondientes a árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de los cuales fue posible ubicar y medir 65 árboles (81,3%). Los 15 árboles (18,7%) restantes se encuentran desaparecidos, incompletos o desprendidos de su raíz en el lugar (desenterrados) y no fue posible su medición en terreno. Un 81,5% de los árboles medidos (53 árboles) se encuentran vivos, presentando algún nivel de vitalidad en sus vástagos y el 18,5% (12 árboles) restante no presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera de la totalidad de sus vástagos se aprecia completamente seca.

Según lo presentado en el Cuadro 5, los árboles de la Serie D no superan los 10 cm de diámetro basal equivalente, concentrándose (56,9%, 37 árboles) en la clase diamétrica entre los 2,6 y los 5 cm con alturas medias que no superan los 10 cm.

Casi la totalidad de los individuos presentan más de un vástago (plurifustales) (95,3%, 62 árboles), cuyo número promedio fluctúa entre 2,0 y 32,0 vástagos por individuo. El área basal es baja, alcanzando los 0,0558 m<sup>2</sup> y el promedio de las áreas de la copa no supera los 0,07 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.** Frecuencia del Número de individuos, vástagos promedio, altura media (Hm), área basal acumulado y área de copa promedio (Acopa), según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (*Dbe*) de la población del género *Neltuma* (ex *Prosopis*), para los árboles de la Serie D. (\*) En el caso del área de copa promedio de los individuos secos, se midió la proyección de la copa formada sólo por las ramas secas que se mantienen en pie.

| Rango Dbe<br>(cm)              | Nº individuos<br>(Árboles) |           |                    | Nº Vástagos promedio por<br>individuo<br>(Vástagos) |            |                    | Hm<br>(m)   |             |                    | G<br>(m <sup>2</sup> ) |               |                    | Acopa<br>(m <sup>2</sup> ) |             |                    |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
|                                | vivos                      | secos     | total <sup>a</sup> | vivos   | secos      | total <sup>a</sup> | vivos       | secos       | total <sup>a</sup> | vivos                  | secos         | total <sup>a</sup> | vivos                      | secos*      | total <sup>a</sup> |
| 0 - 2,5                        | 17                         | 9         | 26                 | 2,9   | 2,4        | 2,7                | 0,15        | 0,05        | 0,12               | 0,0060                 | 0,0027        | 0,0087             | 0,09                       | 0,02        | 0,07               |
| 2,6 - 5                        | 34                         | 3         | 37                 | 8,2   | 7,0        | 8,1                | 0,12        | 0,07        | 0,12               | 0,0341                 | 0,0026        | 0,0367             | 0,08                       | 0,01        | 0,07               |
| 5,1 - 7,5                      | 1                          | -         | 1                  | 32,0  | -          | 32,0               | 0,21        | -           | 0,21               | 0,0039                 | -             | 0,0039             | 0,01                       | -           | 0,01               |
| 7,6 - 10                       | 1                          | -         | 1                  | 15,0  | -          | 15,0               | 0,07        | -           | 0,07               | 0,0065                 | -             | 0,0065             | 0,01                       | -           | 0,01               |
| <b>Total/Media<sup>a</sup></b> | <b>53</b>                  | <b>12</b> | <b>65</b>          | <b>7,1</b>  | <b>3,6</b> | <b>6,4</b>         | <b>0,13</b> | <b>0,06</b> | <b>0,12</b>        | <b>0,0505</b>          | <b>0,0053</b> | <b>0,0558</b>      | <b>0,08</b>                | <b>0,02</b> | <b>0,07</b>        |

(<sup>a</sup>) Total de la serie para la clase de vitalidad en las variables Nº de individuos y Área Basal (G). Media de la serie para la clase de vitalidad en las variables, Nº Vástagos promedio por individuo, Altura media (Hm) y Área de copa promedio (Acopa).

### 1.10 Funciones de biomasa aérea seleccionadas

Las funciones de biomasa utilizadas provienen de un análisis preliminar de 135 modelos (Anexo 4), de los cuales se redujo la selección a un total de 43 modelos. Se seleccionaron ocho funciones para la estimación de la biomasa del componente fustes, seis para el componente ramas, cuatro para el componente hojas y 25 para la estimación de la biomasa total. Las funciones seleccionadas utilizan variables de rápida y fácil medición en terreno, a partir de las cuales se pueden derivar las variables que usan los modelos. Entre las principales se encuentra el diámetro basal equivalente (*Db*e), calculado a partir de diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), que se encuentra en los modelos seleccionados para fuste, ramas y biomasa total. Además, estos diámetros en algunos modelos se combinan con la altura total. Las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis*, dentro de las que se incluye *Prosopis alba*. Además, incluye especies como *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*, especies que en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada.

### 1.11 Determinación de la biomasa aérea de la población

El Cuadro 6 presenta la biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) de la población de árboles estudiada.

La biomasa aérea alcanza los 5.588,0 kg para el total de la población medida (127 árboles “Vivos” y 56 árboles “Secos”), con un valor promedio por individuos de 30,5 kg. El 91,6% de la biomasa proviene de individuos vivos y sólo el 8,4% restante a individuos secos.

El 66,9% de la biomasa aérea se concentra en cinco individuos monofustales de gran tamaño, con diámetros que van entre los 47,6 y los 82,4 cm y con alturas que van entre los 3,2 m hasta 6,8 m. Es importante señalar, que los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001; ver capítulo 1.3). Además, no se registraron frutos durante la medición.

La biomasa aérea total de los individuos se distribuye porcentualmente de la siguiente forma: un 30,3% corresponde al fuste, 61,8% a ramas, 7,9% a hojas, es importante señalar que, para determinar específicamente estas proporciones por componente de biomasa, sólo se consideraron los individuos vivos, esto debido a que, en el caso de aquellos secos, no se sabe exactamente cuál es la proporción real de cada componente, ya que estos no presentan hojas. Por otro lado, se excluyó del análisis la biomasa de frutos ya que no se registró presencia de estos.



**Cuadro 6.** Biomasa aérea promedio (kg) por componente y total, según vitalidad (vivos, secos) y rango de diámetro basal equivalente (Dbe) de la población de árboles del género *Neltuma* (ex *Prosopis*).

| Rango Dbe<br>(cm) | Nº individuos |           |            | Peso seco Fuste<br>(kg) |             |              | Peso seco Ramas<br>(kg) |             |                | Peso seco Hojas<br>(kg) |          |              | Peso húmedo Frutos<br>(kg) |          |          | Peso seco Total<br>(kg) |              |                |
|-------------------|---------------|-----------|------------|-------------------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|----------------|-------------------------|----------|--------------|----------------------------|----------|----------|-------------------------|--------------|----------------|
|                   | vivos         | secos     | total      | vivos                   | secos       | total        | vivos                   | secos       | total          | vivos                   | secos    | total        | vivos                      | secos    | total    | vivos                   | secos        | total          |
| 0 - 2,5           | 27            | 28        | 55         | 9,6                     | 7,8         | 17,4         | 14,7                    | 9,9         | 24,6           | 2,1                     | -        | 2,1          | -                          | -        | -        | 7,9                     | 5,6          | 13,5           |
| 2,6 - 5           | 59            | 18        | 77         | 42,2                    | 12,4        | 54,6         | 123,0                   | 32,2        | 155,2          | 15,0                    | -        | 15,0         | -                          | -        | -        | 77,0                    | 20,9         | 97,9           |
| 5,1 - 7,5         | 12            | 3         | 15         | 17,8                    | 3,7         | 21,5         | 18,7                    | 12,6        | 31,3           | 5,0                     | -        | 5,0          | -                          | -        | -        | 47,1                    | 8,0          | 55,1           |
| 7,6 - 10          | 6             | 1         | 7          | 16,0                    | 3,5         | 19,5         | 1,3                     | 0,3         | 1,6            | 2,8                     | -        | 2,8          | -                          | -        | -        | 66,8                    | 11,6         | 78,4           |
| 10,1 - 12,5       | 3             | -         | 3          | 10,9                    | -           | 10,9         | 1,0                     | -           | 1,0            | 2,9                     | -        | 2,9          | -                          | -        | -        | 53,4                    | -            | 53,4           |
| 12,6 - 15         | 5             | 1         | 6          | 27,8                    | 4,0         | 31,8         | 3,5                     | 1,1         | 4,6            | 5,6                     | -        | 5,6          | -                          | -        | -        | 148,7                   | 24,6         | 173,3          |
| 15,1 - 17,5       | -             | 2         | 2          | -                       | 12,5        | 12,5         | -                       | 4,4         | 4,4            | -                       | -        | -            | -                          | -        | -        | -                       | 82,5         | 82,5           |
| 17,6 - 20         | 1             | -         | 1          | 9,4                     | -           | 9,4          | 1,2                     | -           | 1,2            | 3,7                     | -        | 3,7          | -                          | -        | -        | 48,0                    | -            | 48,0           |
| 20,1 - 22,5       | 2             | -         | 2          | 19,6                    | -           | 19,6         | 3,8                     | -           | 3,8            | 6,6                     | -        | 6,6          | -                          | -        | -        | 132,9                   | -            | 132,9          |
| 22,6 - 25         | 3             | -         | 3          | 34,8                    | -           | 34,8         | 0,9                     | -           | 0,9            | 6,3                     | -        | 6,3          | -                          | -        | -        | 239,7                   | -            | 239,7          |
| 25,1 - 27,5       | 2             | 1         | 3          | 33,3                    | 9,6         | 42,9         | 1,1                     | 5,8         | 6,9            | 11,4                    | -        | 11,4         | -                          | -        | -        | 177,1                   | 82,3         | 259,4          |
| 27,6 - 30         | -             | 1         | 1          | -                       | 21,7        | 21,7         | -                       | 0,1         | 0,1            | -                       | -        | -            | -                          | -        | -        | -                       | 108,2        | 108,2          |
| 30,1 - 32,5       | 1             | 1         | 2          | 24,4                    | 17,9        | 42,3         | 0,4                     | 0,1         | 0,5            | 6,2                     | -        | 6,2          | -                          | -        | -        | 111,2                   | 126,0        | 237,2          |
| 35,1 - 37,5       | 1             | -         | 1          | 20,6                    | -           | 20,6         | 0,9                     | -           | 0,9            | 6,8                     | -        | 6,8          | -                          | -        | -        | 157,9                   | -            | 157,9          |
| 47,6 - 50         | 1             | -         | 1          | 39,4                    | -           | 39,4         | 17,0                    | -           | 17,0           | 8,9                     | -        | 8,9          | -                          | -        | -        | 109,8                   | -            | 109,8          |
| 65,1 - 67,5       | 2             | -         | 2          | 178,1                   | -           | 178,1        | 601,4                   | -           | 601,4          | 60,7                    | -        | 60,7         | -                          | -        | -        | 1.504,7                 | -            | 1.504,7        |
| 70,1 - 72,5       | 1             | -         | 1          | 143,6                   | -           | 143,6        | 328,5                   | -           | 328,5          | 30,3                    | -        | 30,3         | -                          | -        | -        | 961,3                   | -            | 961,3          |
| 82,6 - 85,0       | 1             | -         | 1          | 161,7                   | -           | 161,7        | 488,4                   | -           | 488,4          | 30,5                    | -        | 30,5         | -                          | -        | -        | 1.274,8                 | -            | 1.274,8        |
| <b>Total</b>      | <b>127</b>    | <b>56</b> | <b>183</b> | <b>789,2</b>            | <b>93,1</b> | <b>882,3</b> | <b>1.605,8</b>          | <b>66,5</b> | <b>1.672,3</b> | <b>204,8</b>            | <b>-</b> | <b>204,8</b> | <b>-</b>                   | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>5.118,3</b>          | <b>469,7</b> | <b>5.588,0</b> |

(-) No se registra información para la clase diamétrica o de vitalidad correspondiente.

Los valores de biomasa total no coinciden con la biomasa total obtenida mediante la suma de cada componente, debido al efecto de no aditividad de las funciones para cada componente (Parresol, 2001).

## 1.12 Cambio en las existencias de la población

Para estimar el cambio en los parámetros poblacionales se comparó la información registrada para la población durante la medición de octubre de 2023 (Serie A, B, C, D), con las mediciones realizadas el año 2020 (Serie A), 2022 y 2023 (Serie A, B, C y D).

### 1.12.1 Cambios en el número de individuos de la población

El Cuadro 7, presenta el número de individuos según serie, fecha de medición y vitalidad segregados en Vivos, Secos y Desaparecidos o Desprendidos para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, la población presenta una ligera disminución de los individuos medidos (Vivos+Secos) producto de un ligero incremento en los individuos clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”. En abril de 2022 se registró un 75,3% de los individuos (193 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 24,6% de los individuos (63 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”, en cambio para octubre de 2023 se registró un 71,5% de los individuos (183 árboles) medidos (Vivos+Secos) y un 28,5% de los individuos (73 árboles) clasificados como “Desaparecidos/Desprendidos”.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan una leve disminución de los individuos clasificados como “Vivos”, pasando de un 52,3% de los individuos (134 árboles) a un 49,6% de los individuos (127 árboles) en octubre de 2023.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo abril de 2022 y octubre de 2023, presentan una disminución de los individuos clasificados como “Secos”, pasando de un 23,0% (59 árboles) en abril de 2022 a 21,9% (56 árboles) en octubre de 2023.

La Serie A (75 individuos), para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificados como “Secos”. En noviembre de 2020, se registró un 38,6% de los individuos (29 árboles) clasificados como “Vivos” y un 32,0% de los individuos (24 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en octubre de 2023 se registró un 42,6% de los individuos (32 árboles) clasificados como “Vivos” y un 29,3% de los individuos (22 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie B (22 individuos), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, se mantiene igual la cantidad de individuos clasificados como “Vivos”, con un 45,5% (10 árboles). Los individuos clasificados como “Secos” se mantienen constantes durante el periodo alcanzando un 9,1% (2 árboles).

La Serie C (79 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023 presenta una disminución en la cantidad de individuos “Vivos” y “Secos”. En abril de 2022, se registró un 53,1% de los individuos (42 árboles) clasificados como “Vivos” y un 24,1% de los individuos (19 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en octubre de 2023 se registró un 40,5% de los individuos (32 árboles) clasificados como “Vivos” y un 25,3% de los individuos (20 árboles) clasificados como “Secos”.

La Serie D (80 árboles), para el periodo comprendido entre abril de 2022 y julio de 2023, presenta un aumento en la cantidad de individuos “Vivos” y una disminución de los individuos clasificados como “Secos”. En abril de 2022, se registró un 60,0% de los individuos (48 árboles) clasificados como “Vivos” y un 18,8% de los individuos (15 árboles) clasificados como “Secos”, en cambio en octubre de 2023 se registró un 66,3% de los individuos (53 árboles) clasificados como “Vivos” y un 15,0% de los individuos (12 árboles) clasificados como “Secos”.

**Cuadro 7.** Número de individuos según serie y fecha de medición, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril y julio de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C y D (abril 2022, enero, abril y julio de 2023).

| Vitalidad/Serie                          | Número de individuos según fecha de medición<br>(Árboles) |            |            |            |            |            |
|--|---|------------|------------|------------|------------|------------|
|  | nov-20  | abr-22     | ene-23     | abr-23     | Jul-23     | Oct-23     |
| <b>Vivos</b>                             |   |            |            |            |            |            |
| A  | 29  | 34         | 35         | 34         | 32         | 32         |
| B  | -   | 10         | 10         | 9          | 10         | 10         |
| C  | -   | 42         | 38         | 40         | 38         | 32         |
| D  | -   | 48         | 50         | 55         | 49         | 53         |
| <b>Total Vivos</b>                       | <b>29</b>   | <b>134</b> | <b>133</b> | <b>138</b> | <b>129</b> | <b>127</b> |
| <b>Secos</b>                             |   |            |            |            |            |            |
| A  | 24  | 23         | 21         | 22         | 23         | 22         |
| B  | -   | 2          | 3          | 2          | 2          | 2          |
| C  | -   | 19         | 20         | 16         | 16         | 20         |
| D  | -   | 15         | 15         | 11         | 16         | 12         |
| <b>Total Secos</b>                       | <b>24</b>   | <b>59</b>  | <b>59</b>  | <b>51</b>  | <b>57</b>  | <b>56</b>  |
| <b>Vivos+Secos</b>                       |   |            |            |            |            |            |
| A  | 53  | 57         | 56         | 56         | 55         | 54         |
| B  | -   | 12         | 13         | 11         | 12         | 12         |
| C  | -   | 61         | 58         | 56         | 54         | 52         |
| D  | -   | 63         | 65         | 66         | 65         | 65         |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                 | <b>53</b>   | <b>193</b> | <b>192</b> | <b>189</b> | <b>186</b> | <b>183</b> |
| <b>Desaparecidos/ Desprendidos</b>       |   |            |            |            |            |            |
| A  | 22  | 18         | 19         | 19         | 20         | 21         |
| B  | -   | 10         | 9          | 11         | 10         | 10         |
| C  | -   | 18         | 21         | 23         | 25         | 27         |
| D  | -   | 17         | 15         | 14         | 15         | 15         |
| <b>Total Desaparecidos/ Desprendidos</b> | <b>22</b>   | <b>63</b>  | <b>64</b>  | <b>67</b>  | <b>70</b>  | <b>73</b>  |
| <b>Total</b>                             | <b>75</b>   | <b>256</b> | <b>256</b> | <b>256</b> | <b>256</b> | <b>256</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

### 1.12.2 Cambios en la media de los diámetros basales equivalentes de la población

El Cuadro 8 presenta la media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos de 1,4 cm. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Secos” de 1,5 cm y 1,1 cm respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias para los individuos clasificados como “Vivos” a partir de la medición realizada en abril de 2023 y para los individuos clasificados como “Secos”, a partir de la medición realizada en julio 2023, sin cambios estadísticamente significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), con el último periodo de medición.

La Serie A, en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Secos” de 0,7 y 1,9 cm respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados como “Secos” de 3,8 y 5,3 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos a nivel de serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento en la media del diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 1,3 y 0,7 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento en el diámetro basal equivalente de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 0,9 y 0,4 cm, respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando diferencias significativas a partir de la medición realizada en abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

**Cuadro 8.** Media del diámetro basal equivalente (cm) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Media del diámetro basal equivalente (cm) según fecha de medición |             |              |              |              |              |              |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Vitalidad/Serie   | nov-20      | abr-22       | ene-23       | abr-23       | jul-23       | Oct-23       |
| <b>Vivos</b>  |             |              |              |              |              |              |
| A   | 11,0 a      | 10,3 a       | 10,4 a       | 12,3 a       | 13,1 a       | 11,7 a       |
| B   | -           | 39,0 a       | 39,4 a       | 45,2 a       | 42,7 a       | 42,8 a       |
| C   | -           | 2,5 a        | 2,5 a        | 3,9 b        | 4,0 b        | 3,8 b        |
| D   | -           | 2,3 a        | 2,4 a        | 3,2 b        | 3,2 b        | 3,2 b        |
| <b>Media Vivos</b>  | <b>11,0</b> | <b>7,1 a</b> | <b>7,3 a</b> | <b>8,4 b</b> | <b>9,0 b</b> | <b>8,6 b</b> |
| <b>Secos</b>  |             |              |              |              |              |              |
| A   | 6,6 a       | 6,1 a        | 6,1 a        | 6,5 a        | 7,6 a        | 8,5 a        |
| B   | -           | 8,1 a        | 6,6 a        | 2,6 a        | 2,6 a        | 2,8 a        |
| C   | -           | 1,8 a        | 1,9 a        | 2,6 b        | 2,9 b        | 2,5 b        |
| D   | -           | 1,9 a        | 1,9 a        | 2,3 b        | 2,4 b        | 2,3 b        |
| <b>Media Secos</b>  | <b>6,6</b>  | <b>3,7 a</b> | <b>3,6 a</b> | <b>4,2 a</b> | <b>4,6 b</b> | <b>4,8 b</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>  |             |              |              |              |              |              |
| A   | 9,0 a       | 8,6 a        | 8,8 a        | 10,0 a       | 10,8 a       | 10,4 a       |
| B   | -           | 33,8 a       | 31,9 a       | 37,5 a       | 36,0 a       | 36,2 a       |
| C   | -           | 2,3 a        | 2,3 a        | 3,5 b        | 3,7 b        | 3,3 b        |
| D   | -           | 2,2 a        | 2,3 a        | 3,1 b        | 3,0 b        | 3,1 b        |
| <b>Media Vivos+Secos</b>  | <b>9,0</b>  | <b>6,1 a</b> | <b>6,2 a</b> | <b>7,3 b</b> | <b>7,6 b</b> | <b>7,5 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

### 1.12.3 Cambio en la media de las alturas de la población

El Cuadro 9 presenta la media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una leve disminución de la altura media de los individuos de 0,01 m. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan una disminución de la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” de 0,03 m, en cambio y los individuos clasificados como “Secos” presentan un incremento de la altura media de 0,03 m. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” de 0,03 m y un aumento en la altura media de los individuos clasificados como “Secos” de 0,13 m, respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados “Vivos” de 0,21 m, en cambio los individuos clasificados como “Secos” disminuyen en 0,09 m. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 0,04 y 0,02 m respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución en la altura media de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 0,02 y 0,04 m respectivamente. Si bien los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ), las diferencias se encuentran para la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

**Cuadro 9.** Media de las alturas (m) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Media de la altura (m) según fecha de medición |               |               |               |                                |               |               |  |
|--|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|--|
| Vitalidad/Serie                                | nov-20        | abr-22        | ene-23        | abr-23                         | jul-23        | Oct-23        |  |
| <b>Vivos</b>                                   |               |               |               |                                |               |               |  |
| <b>A</b>                                       | 1,48 a        | 1,28 a        | 1,24 a        | 1,32 a                         | 1,28 a        | 1,25 a        |  |
| <b>B</b>                                       | -             | 3,73 a        | 3,67 a        | 2,90 a                         | 3,54 a        | 3,52 a        |  |
| <b>C</b>                                       | -             | 0,13 a        | 0,09 a        | 0,09 a                         | 0,08 a        | 0,09 a        |  |
| <b>D</b>                                       | -             | 0,15 a        | 0,12 ab       | 0,13 <sup>a</sup> <sub>b</sub> | 0,12 b        | 0,13 b        |  |
| <b>Media Vivos</b>                             | <b>1,48 a</b> | <b>0,70 a</b> | <b>0,68 a</b> | <b>0,59 a</b>                  | <b>0,66 a</b> | <b>0,67 a</b> |  |
| <b>Secos</b>                                   |               |               |               |                                |               |               |  |
| <b>A</b>                                       | 0,67 a        | 0,65 a        | 0,65 a        | 0,60 a                         | 0,69 a        | 0,80 a        |  |
| <b>B</b>                                       | -             | 0,43 a        | 0,31 a        | 0,39 a                         | 0,38 a        | 0,34 a        |  |
| <b>C</b>                                       | -             | 0,06 a        | 0,05 a        | 0,05 a                         | 0,05 a        | 0,04 a        |  |
| <b>D</b>                                       | -             | 0,10 a        | 0,07 ab       | 0,09 <sup>a</sup> <sub>b</sub> | 0,09 b        | 0,06 b        |  |
| <b>Media Secos</b>                             | <b>0,67</b>   | <b>0,32 a</b> | <b>0,28 a</b> | <b>0,31 a</b>                  | <b>0,33 a</b> | <b>0,35 a</b> |  |
| <b>Vivos+Secos</b>                             |               |               |               |                                |               |               |  |
| <b>A</b>                                       | 1,11 a        | 1,02 a        | 1,02 a        | 1,04 a                         | 1,03 a        | 1,06 a        |  |
| <b>B</b>                                       | -             | 3,18 a        | 2,90 a        | 2,44 a                         | 3,01 a        | 2,99 a        |  |
| <b>C</b>                                       | -             | 0,11 a        | 0,08 a        | 0,08 a                         | 0,07 a        | 0,07 a        |  |
| <b>D</b>                                       | -             | 0,14 a        | 0,11 ab       | 0,12 <sup>a</sup> <sub>b</sub> | 0,11 b        | 0,12 b        |  |
| <b>Media Vivos+Secos</b>                       | <b>1,11</b>   | <b>0,58 a</b> | <b>0,55 a</b> | <b>0,51 a</b>                  | <b>0,56 a</b> | <b>0,57 a</b> |  |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

#### 1.12.4 Cambios en el área basal de la población

El Cuadro 10 presenta el Área basal acumulada ( $\text{m}^2$ ) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos de  $0,5244 \text{ m}^2$ . Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D (256 individuos en total), en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento del área basal de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos”, de  $0,0929$  y  $0,1066 \text{ m}^2$ , respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie A para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento en el área basal de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de  $0,1203$  y  $0,0914 \text{ m}^2$  respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y una disminución del área basal de los individuos clasificados “Secos” de  $0,2771$  y  $0,0117 \text{ m}^2$  respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de  $0,0181$  y  $0,0056 \text{ m}^2$  respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento del área basal de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de  $0,0298$  y  $0,009 \text{ m}^2$  respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.



**Cuadro 10.** Área basal acumulada (m<sup>2</sup>) según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Área Basal (m <sup>2</sup> ) según fecha de medición |               |   |               |          |               |          |               |           |                 |                 |
|--|---------------|---|---------------|----------|---------------|----------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Vitalidad/Serie                                      | nov-20        |   | abr-22        |          | ene-23        |          | abr-23        |           | Jul-2023        | Oct-2023        |
| <b>Vivos</b>   |               |   |               |          |               |          |               |           |                 |                 |
| A  | 0,3896        | a | 0,4170        | a        | 0,4461        | a        | 0,5925        | a         | 0,6939 a        | 0,5099 a        |
| B  | -             |   | 1,7426        | a        | 1,8165        | a        | 2,0103        | a         | 2,0079 a        | 2,0197 a        |
| C  | -             |   | 0,0210        | a        | 0,0192        | a        | 0,0510        | b         | 0,0533 b        | 0,0391 b        |
| D  | -             |   | 0,0207        | a        | 0,0255        | a        | 0,0474        | b         | 0,0430 b        | 0,0505 b        |
| <b>Total Vivos</b>                                   | <b>0,3896</b> |   | <b>2,2013</b> | <b>a</b> | <b>2,3073</b> | <b>a</b> | <b>2,7012</b> | <b>b</b>  | <b>2,7981 b</b> | <b>2,6191 b</b> |
| <b>Secos</b>   |               |   |               |          |               |          |               |           |                 |                 |
| A  | 0,1741        | a | 0,1537        | a        | 0,1438        | a        | 0,1376        | a         | 0,2143 a        | 0,2655 a        |
| B  | -             |   | 0,0130        | a        | 0,0147        | a        | 0,0011        | a         | 0,0011 a        | 0,0013 a        |
| C  | -             |   | 0,0054        | a        | 0,0058        | a        | 0,0096        | b         | 0,0113 b        | 0,0110 b        |
| D  | -             |   | 0,0044        | a        | 0,0047        | a        | 0,0050        | b         | 0,0078 b        | 0,0053 b        |
| <b>Total Secos</b>                                   | <b>0,1741</b> |   | <b>0,1765</b> | <b>a</b> | <b>0,1690</b> | <b>a</b> | <b>0,1533</b> | <b>ab</b> | <b>0,2345 b</b> | <b>0,2831 b</b> |
| <b>Vivos+Secos</b>                                   |               |   |               |          |               |          |               |           |                 |                 |
| A  | 0,5636        | a | 0,5707        | a        | 0,5899        | a        | 0,7301        | a         | 0,9082 a        | 0,7754 a        |
| B  | -             |   | 1,7556        | a        | 1,8312        | a        | 2,0114        | a         | 2,0090 a        | 2,0209 a        |
| C  | -             |   | 0,0264        | a        | 0,0250        | a        | 0,0606        | b         | 0,0646 b        | 0,0501 b        |
| D  | -             |   | 0,0251        | a        | 0,0302        | a        | 0,0524        | b         | 0,0508 b        | 0,0558 b        |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                             | <b>0,5636</b> |   | <b>2,3778</b> | <b>a</b> | <b>2,4763</b> | <b>a</b> | <b>2,8545</b> | <b>b</b>  | <b>3,0326 b</b> | <b>2,9022 b</b> |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

### 1.12.5 Cambios en la biomasa aérea de la población

#### Biomasa de Fustes

El Cuadro 11 presenta los promedios de la biomasa de la componente Fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un incremento de la biomasa de fustes de 35,9 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un incremento de la biomasa de Fuste de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Secos” de 6,3 y 29,6 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 21,6 kg y 24,2 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 30,4 y 3,0 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 5,4 y 3,0 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Fustes de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 14,4 y 0,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

**Cuadro 11.** Promedio de la biomasa de fustes (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Biomasa Fuste (kg) según fecha de medición |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |          |
|--|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|----------|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20 |   | abr-22 |   | ene-23 |   | abr-23 |   | Jul-23 |   | Oct-2023 |
| Vivos                                      |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |          |
| A  | 145,3  | a | 150,0  | a | 150,6  | a | 189,4  | a | 197,8  | a | 166,9    |
| B  | -      |   | 597,0  | a | 551,0  | a | 427,1  | a | 577,8  | a | 566,6    |
| C  | -      |   | 17,9   | a | 15,7   | a | 30,4   | b | 30,2   | b | 23,3     |
| D  | -      |   | 18,0   | a | 21,2   | a | 32,6   | b | 29,1   | b | 32,4     |
| Total Vivos                                | 145,3  |   | 782,9  | a | 738,5  | a | 679,5  | b | 834,9  | b | 789,2    |
| Secos                                      |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |          |
| A  | 54,7   | a | 49,4   | a | 45,9   | a | 42,7   | a | 62,0   | a | 78,9     |
| B  | -      |   | 4,2    | a | 4,9    | a | 1,1    | a | 1,1    | a | 1,2      |
| C  | -      |   | 5,5    | a | 5,9    | a | 7,3    | b | 8,2    | b | 8,5      |
| D  | -      |   | 4,4    | a | 4,3    | a | 4,4    | b | 6,6    | b | 4,5      |
| Total Secos                                | 54,7   |   | 63,5   | a | 61,0   | a | 55,5   | a | 77,9   | a | 93,1     |
| Vivos+Secos                                |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |          |
| A  | 200,0  | a | 199,4  | a | 196,5  | a | 232,1  | a | 259,8  | a | 245,8    |
| B  | -      |   | 601,2  | a | 555,9  | a | 428,2  | a | 578,9  | a | 567,8    |
| C  | -      |   | 23,4   | a | 21,6   | a | 37,7   | b | 38,4   | b | 31,8     |
| D  | -      |   | 22,4   | a | 25,5   | a | 37,0   | b | 35,7   | b | 36,9     |
| Total Vivos+Secos                          | 200,0  |   | 846,4  | a | 799,5  | a | 735,0  | b | 912,8  | b | 882,3    |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

## Biomasa de Ramas

El Cuadro 12 presenta los promedios de la biomasa de la componente Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un incremento de la biomasa de Ramas de 86,8 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios estadísticamente significativos para el último periodo analizado.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 78,5 y 8,3 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios estadísticamente significativos para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 32,4 y 5,5 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 42,3 y 1,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 30,1 y 11,4 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

La Serie D para el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Ramas de los individuos clasificados “Vivos” y “Secos” de 41,1 y 2,2 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

**Cuadro 12.** Promedio de la biomasa de Ramas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del

Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Biomasa Ramas (kg) según fecha de medición |              |                  |                   |                  |                  |                   |  |  |  |  |
|--|--------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--|--|--|--|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20       | abr-22           | ene-23            | abr-23           | Jul-23           | Oct-2023          |  |  |  |  |
| <b>Vivos</b>                               |              |                  |                   |                  |                  |                   |  |  |  |  |
| A  | 65,0 a       | 67,6 a           | 71,2 a            | 114,6 a          | 31,8 a           | 32,6 a            |  |  |  |  |
| B  | -            | 1.394,8 a        | 1.415,6 a         | 1.682,5 a        | 1.377,2 a        | 1.437,1 a         |  |  |  |  |
| C  | -            | 33,1 a           | 30,8 a            | 86,2 b           | 71,4 b           | 63,2 b            |  |  |  |  |
| D  | -            | 31,8 a           | 39,8 a            | 87,7 b           | 80,6 b           | 72,9 b            |  |  |  |  |
| <b>Total Vivos</b>                         | <b>65,0</b>  | <b>1.527,3 a</b> | <b>1.557,4 a</b>  | <b>1.971,0 b</b> | <b>1.561,0 c</b> | <b>1.605,8 ac</b> |  |  |  |  |
| <b>Secos</b>                               |              |                  |                   |                  |                  |                   |  |  |  |  |
| A  | 42,9 a       | 41,6 a           | 40,6 a            | 27,2 a           | 42,4 a           | 37,4 a            |  |  |  |  |
| B  | -            | 3,2 a            | 4,4 a             | 1,9 a            | 1,9 a            | 2,1 a             |  |  |  |  |
| C  | -            | 7,3 a            | 7,8 a             | 16,4 b           | 20,1 b           | 18,7 b            |  |  |  |  |
| D  | -            | 6,1 a            | 6,4 a             | 7,8 b            | 12,5 b           | 8,3 b             |  |  |  |  |
| <b>Total Secos</b>                         | <b>42,9</b>  | <b>58,2 a</b>    | <b>59,2 ab</b>    | <b>53,3 ab</b>   | <b>76,9 b</b>    | <b>66,5 b</b>     |  |  |  |  |
| <b>Vivos+Secos</b>                         |              |                  |                   |                  |                  |                   |  |  |  |  |
| A  | 107,8 a      | 109,2 a          | 111,8 a           | 141,8 a          | 74,2 a           | 70,0 a            |  |  |  |  |
| B  | -            | 1.398,0 a        | 1.420,0 a         | 1.684,4 a        | 1.379,1 a        | 1.439,2 a         |  |  |  |  |
| C  | -            | 40,4 a           | 38,6 a            | 102,6 b          | 91,5 b           | 81,9 b            |  |  |  |  |
| D  | -            | 37,9 a           | 46,2 a            | 95,5 b           | 93,1 b           | 81,2 b            |  |  |  |  |
| <b>Total Vivos+Secos</b>                   | <b>107,8</b> | <b>1.585,5 a</b> | <b>1.616,6 ac</b> | <b>2.024,3 b</b> | <b>1.637,9 b</b> | <b>1.672,3 bc</b> |  |  |  |  |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## Biomasa de Hojas

El Cuadro 13 presenta los promedios de la biomasa de la componente Hojas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar. Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre julio de 2022 y octubre de 2023, presentan una disminución de la biomasa de Hojas de 3 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar diferencias significativas para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 3,2 kg. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta una disminución de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 9,5 kg. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 4,0 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos. La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa de Hojas de los individuos clasificados como “Vivos” de 5,2 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.

**Cuadro 13.** Promedio de la biomasa de Hojas (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023). Los individuos clasificados como “Secos”, no registran biomasa para la componente Hojas.

| Biomasa Hojas (kg) según fecha de medición |        |         |         |         |         |         |  |  |  |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
| Vitalidad/Serie                            | nov-20 | abr-22  | ene-23  | abr-23  | Jul-23  | Oct-23  |  |  |  |
| Vivos                                      |        |         |         |         |         |         |  |  |  |
| A  | 43,8 a | 43,3 a  | 46,7 a  | 42,4 a  | 44,9 a  | 40,6 a  |  |  |  |
| B  | -      | 155,5 a | 144,8 a | 39,7 a  | 133,2 a | 146,0 a |  |  |  |
| C  | -      | 4,5 a   | 4,1 a   | 11,4 b  | 10,2 b  | 8,5 b   |  |  |  |
| D  | -      | 4,4 a   | 5,4 a   | 10,7 b  | 9,9 b   | 9,6 b   |  |  |  |
| Total Vivos                                | 43,8   | 207,7 a | 201,0 a | 104,2 b | 198,3 b | 204,7 b |  |  |  |
| Secos                                      |        |         |         |         |         |         |  |  |  |
| A  | -      | -       | -       | -       | -       | -       |  |  |  |
| B  | -      | -       | -       | -       | -       | -       |  |  |  |
| C  | -      | -       | -       | -       | -       | -       |  |  |  |
| D  | -      | -       | -       | -       | -       | -       |  |  |  |
| Total Secos                                | -      | -       | -       | -       | -       | -       |  |  |  |
| Vivos+Secos                                |        |         |         |         |         |         |  |  |  |
| A  | 43,8 a | 43,3 a  | 46,7 a  | 42,4 a  | 44,9 a  | 40,6 a  |  |  |  |
| B  | -      | 155,5 a | 144,8 a | 39,7 a  | 133,2 a | 146,0 a |  |  |  |
| C  | -      | 4,5 a   | 4,1 a   | 11,4 b  | 10,2 b  | 8,5 b   |  |  |  |
| D  | -      | 4,4 a   | 5,4 a   | 10,7 b  | 9,9 b   | 9,6 b   |  |  |  |
| Total Vivos+Secos                          | 43,8   | 207,7 a | 201,0 a | 104,2 b | 198,3 b | 204,7 b |  |  |  |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

## **Biomasa de Total**

El Cuadro 14 presenta los promedios de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar.

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento de la biomasa de Total de 831,2 kg. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ) encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios estadísticamente significativos para el último periodo analizado (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

Para las Series A, B, C y D, en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presentan un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 639,4 y 191,8 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para el total de la población (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023, sin presentar cambios estadísticamente significativos para el último periodo analizado.

La Serie A en el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 169,0 y 170,6 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie B en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y una disminución de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Secos” de 449,1 y 21,1 kg respectivamente. Los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ).

La Serie C en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa Total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 29,0 y 7,4 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos..

La Serie D en el periodo comprendido entre abril de 2022 y octubre de 2023, presenta un aumento de la biomasa total de los individuos clasificados como “Vivos” y “Secos” de 43,9 y 1,4 kg respectivamente. Los resultados obtenidos son estadísticamente significativos para la serie (Prueba de Kruskal-Wallis  $p<0.05$ ), encontrando las diferencias a partir de la medición de abril de 2023. El último periodo analizado (julio 2023-octubre 2023) no presenta cambios estadísticamente significativos.



**Cuadro 14.** Promedio de la biomasa Total (kg), según serie y año, para la población estudiada del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) emplazada en el sector de Camar, borde este del Salar de Atacama. Los datos comprenden a cinco mediciones para la Serie A (noviembre 2020, abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023) y cuatro mediciones para las series B, C, D (abril 2022, enero, abril, julio y octubre de 2023).

| Biomasa Total (kg) |        |   |         |   |         |   |         |   |         |        |         |   |
|--------------------|--------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|--------|---------|---|
| Vitalidad/Serie    | nov-20 |   | abr-22  |   | ene-23  |   | abr-23  |   | jul-23  | Oct-23 |         |   |
| Vivos              |        |   |         |   |         |   |         |   |         |        |         |   |
| A                  | 702,0  | a | 753,6   | a | 775,3   | a | 1.017,5 | a | 935,4   | a      | 871,0   | a |
| B                  | -      |   | 3.687,5 | a | 3.609,0 | a | 3.588,2 | a | 3.771,5 | a      | 4.136,6 | a |
| C                  | -      |   | 18,9    | a | 17,6    | a | 62,3    | b | 67,7    | b      | 47,9    | b |
| D                  | -      |   | 18,9    | a | 22,8    | a | 53,8    | b | 49,1    | b      | 62,8    | b |
| Total Vivos        | 702,0  |   | 4.478,9 | a | 4.424,7 | a | 4.721,8 | b | 4.823,7 | b      | 5.118,3 | b |
| Secos              |        |   |         |   |         |   |         |   |         |        |         |   |
| A                  | 281,5  | a | 247,8   | a | 230,5   | a | 225,3   | a | 361,2   | a      | 452,1   | a |
| B                  | -      |   | 22,5    | a | 26,3    | a | 1,4     | a | 1,2     | a      | 1,3     | a |
| C                  | -      |   | 4,1     | a | 4,2     | a | 10,2    | b | 12,2    | b      | 11,4    | b |
| D                  | -      |   | 3,5     | a | 3,6     | a | 4,4     | b | 7,1     | b      | 4,9     | b |
| Total Secos        | 281,5  |   | 277,9   | a | 264,6   | a | 241,3   | a | 381,7   | a      | 469,7   | a |
| Vivos+Secos        |        |   |         |   |         |   |         |   |         |        |         |   |
| A                  | 983,5  | a | 1.001,4 | a | 1.005,8 | a | 1.242,8 | a | 1.296,6 | a      | 1.323,1 | a |
| B                  | -      | a | 3.710,0 | a | 3.635,3 | a | 3.589,6 | a | 3.772,7 | a      | 4.137,9 | a |
| C                  | -      |   | 23,0    | a | 21,8    | a | 72,5    | b | 79,9    | b      | 59,3    | b |
| D                  | -      |   | 22,4    | a | 26,4    | a | 58,2    | b | 56,2    | b      | 67,7    | b |
| Total Vivos+Secos  | 983,5  |   | 4.756,8 | a | 4.689,3 | a | 4.963,1 | b | 5.205,4 | b      | 5.588,0 | b |

(-) No se registra medición para la serie en ese año.

Letras diferentes al costado derecho de cada valor, indican diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ).

## DISCUSION

---

Una gran proporción de los individuos censados (69,4%, 127 árboles) presenta algún nivel de vitalidad en sus fustes y sólo un 30,6% de estos (56 árboles) está seco. La población está compuesta en su mayoría de árboles de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un vástago o fuste (plurifustales) y varias ramas principales. Esto refleja la capacidad de los individuos del género *Neltuma* (ex *Prosopis*) de retoñar vigorosamente después que el fuste y ramas principales son destruidas por fenómenos ambientales y/o antrópicos (Fisher, 1977). Al respecto, Caron y Ortin (2010) evaluaron la respuesta de la recuperación por rebrote en 3 especies de *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra* y *P. flexuosa*) posterior a un incendio en Salta, Argentina, concluyendo que predomina la capacidad de los algarrobos para rebrotar de yemas basales con un promedio de 6 rebrotes por ejemplar. Por otro lado, Meier *et al.*, (2012) ha estudiado como algunas especies tienen mecanismos para rebrotar a partir de brotes epicórmicos. Este mecanismo fue observado por Atanasio (2014) para *P. alba* en el Chaco, Argentina, quien concluyó que cortas intensas de ramas vitales en relación a la copa viva remanente, producen un factor de estrés que estimula fuertemente las yemas durmientes debajo de la corteza del tronco, emitiendo de esta manera una gran cantidad de brotes epicórmicos para reemplazar rápidamente la biomasa perdida. Además, se ha observado que en caso de cortas totales (tala rasa), los árboles de *P. alba* en al rebrotar posteriormente tienden a adquirir un hábito arbustivo (Karlin *et al.*, 1997).

Por otro lado, gran parte de los individuos de la población (80,3%, 147 árboles) se concentran en las clases diamétricas de menor tamaño (<7,5 cm), presentando alturas medias que no superan los 50 cm. En contraste, los individuos de mayor tamaño (>20, cm) sólo representan el 9,3% y pueden alcanzar hasta los 6,8 m de altura, lo cual indica que la estructura de la población se concentra en los vástagos jóvenes de menor desarrollo del individuo plurifustal, con una alta capacidad de retoñación, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

Las funciones seleccionadas utilizan como principal variable el diámetro basal equivalente (*Dbe*) y diámetros medidos a distintas alturas en el fuste (0,1 m, 0,3 m y 1,3 m), variables que resultan de rápida medición. Por otra parte, si bien las funciones en su origen fueron creadas para un amplio rango de especies del género *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra*, *P. glandulosa*, *P. caldenia*, *P. flexuosa*, *P. chilensis* y *P. velutina*), estas especies en sus formas o hábito de crecimiento coinciden con las registradas en la población estudiada, algunas de estas formas de crecimiento son descritas y comparadas por Fernandes (1994).

Los valores de biomasa aérea se encuentran entre los rangos reportados por otros autores para *P. pallida* (Padrón y Navarro 2004) y *P. juniflora* (Birhane *et al.*, 2017). Los valores de biomasa aérea de los individuos de la población de menor tamaño (<2,5 cm *Dbe*) se encuentran cercanos a lo reportado por Felker *et al.*, (1989) para *P. alba* y por Aronson *et al.*, (2002) para *P. alba* y *P. chilensis*. Sin embargo, los valores de estos estudios provienen de plantaciones de estas especies y no de poblaciones naturales como las estudiadas. La distribución porcentual de la biomasa aérea leñosa de los individuos de la población (30,3% corresponde al fuste, y 61,8% a ramas) se encuentran entre lo observado para el género *Prosopis* (Aronson, *et al.*, 2002; Padrón y Navarro 2004, Khan, *et al.*, 2011), manteniéndose con muy pocas variaciones en el periodo

analizado. Es importante señalar, que los valores de biomasa constituyen una aproximación a los valores reales de biomasa. Esto debido a que proviene de valores promedios de distintas funciones disponibles en la bibliografía estadísticamente seleccionadas, y no de un muestreo destructivo particular de individuos de la especie para la construcción de funciones locales de biomasa específicas para la población en estudio.

Existe una tendencia al incremento en la media del diámetro basal equivalente y en área basal acumulada de la población (Vicos+Secos). Si se agrupan estadísticamente los resultados obtenidos para el diámetro basal equivalente, el primer periodo (Mediciones de abril de 2022 y enero de 2023) presentaría una media de 6,2 cm, en cambio el segundo periodo (Mediciones de abril, julio y octubre de 2023) presentaría una media de 7,5 cm, resultando en un incremento en la media del diámetro basal equivalente de 1,3 cm, equivalente a un 20,1%. El área basal para el primer periodo presentaría una media de 2,4271 m<sup>2</sup>, en cambio el segundo periodo presentaría una media de 2,9298 m<sup>2</sup>, resultando en un incremento en área basal de 0,5659 m<sup>2</sup>, equivalente a un 23,3% del área basal total.

Si bien la altura media de los individuos presenta una ligera tendencia a disminuir, variando en promedio en 0,01 m, esta no presentó diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Kruskal-Wallis  $p < 0.05$ ). Los factores que pueden influir en la disminución de la altura corresponden a la mortalidad de los individuos que aportan a la media, sumado a la curvatura de las ramas por efecto del peso y el viento, produciendo variaciones en la medición. Por otro lado, se producen enterramientos aleatorios de la base de los fustes por efecto del viento que afectan la altura donde se toma la medición. Lamentablemente a la fecha ha sido imposible marcar discretamente el lugar de medición en los árboles de manera de contar con una referencia fija para la medición y poder mejorar la exactitud de esta.

Los resultados indican que existe una tendencia al incremento en la biomasa aérea de la población (Vicos+Secos). Si se agrupan estadísticamente los resultados obtenidos para la biomasa aérea Total, el primer periodo (mediciones de abril 2022 y enero de 2023) presentaría una media de 4.723,1 kg, en cambio el segundo periodo (mediciones de abril, julio y octubre de 2023) alcanzaría los 5.252,2 kg, resultando en un incremento en biomasa aérea Total de 529,1 kg, equivalente a un 10% de la biomasa aérea Total (Incremento promedio de 2,7 kg/árbol). Si se repite este mismo procedimiento de agrupación para el resto de los componentes, el incremento de la biomasa aérea de Fuste presentaría un aumento de 20,4 kg, equivalente a un 2,5% de la biomasa del componente (0,1 kg/árbol). El incremento de la biomasa aérea de Ramas correspondería a 177,1 kg, equivalente a 11% del componente (0,9 kg/árbol), finalmente la biomasa aérea del componente hojas presentaría una disminución de 35,3 kg, equivalente a un 17,3% del componente (0,2 kg/árbol).

Si bien se ha registrado la intervención puntual de algunos individuos de la población con extracción de biomasa (Ver Anexo 5), producto de lo que aparentemente es ramoneo y extracción de ramas, no es posible medir este efecto sobre el crecimiento en biomasa de la población.

Durante el mes de octubre de 2023, no se registró la presencia de frutos. La literatura indica que *N. alba* (ex *P. alba*) florece entre los meses de noviembre y diciembre, fructificando en febrero (Rodríguez *et al.*, 1983), si bien este periodo es variable según las condiciones ambientales locales, los resultados obtenidos a la fecha indicarían una concentración de los frutos durante los primeros tres meses del año, indicando que la ausencia de frutos para el mes de octubre estaría acorde a la fenología de la especie.

Se observa una tendencia a mantener la dirección de los cambios en los componentes estudiados (aumento de la biomasa de Ramas y biomasa aérea Total), lo que podría indicar una tendencia en el cambio en el hábito más monopodial de los individuos hacia uno más simpodial. Además, es importante señalar que una cierta proporción de los individuos clasificados como secos (Promedio de 10,6%) tiene la capacidad de rebrotar entre los periodos de medición. Esto indica la importancia de seguir monitorear la totalidad de los individuos como se ha realizado hasta la fecha.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La estructura de la población está constituida mayoritariamente por individuos vivos (sólo un 30,6% están secos), jóvenes o de poco desarrollo, con un 80,3% en las clases diamétricas de menor tamaño (< 7,5 cm), con alturas medias que no superan los 50 cm, donde sólo un 9,3% de los individuos de mayor tamaño (>20, cm) pueden alcanzar hasta los 7,0 m de altura. Además, la población presentaría una alta capacidad de retoñación, tratándose en su mayoría de individuos de hábito arbóreo-arbustivo, con más de un fuste (plurifustales) y varias ramas principales, estructura que se ha mantenido constante en el periodo analizado.

En virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo destructivo de los individuos en el área para construir modelos locales de biomasa, los resultados de las funciones alométricas seleccionadas entregan el valor medio de biomasa aérea más centrado en torno al promedio (dispersión < 0,5 a 1,0 desv. estándar de la media). Estas corresponden a modelos tradicionales para estudios de biomasa y utilizan variables de rápida medición en terreno (diámetro basal equivalente, altura, diámetro de copas, etc.), abarcando un amplio rango de especies del género *Prosopis*, con hábitos de crecimiento afines a los de la población estudiada.

La biomasa aérea total de la población alcanza a 5.588,0 kg, donde los individuos vivos concentran la mayor proporción (91,6%), acumulándose, en un bajo número de individuos, (cinco árboles) de grandes dimensiones (> 47,6 cm), los cuales representan alrededor de 2/3 de la biomasa aérea total de la población. Los componentes de la biomasa aérea se acumulan en forma decreciente en las ramas (61,8%), el fuste (30,3%) y las hojas (7,9%).

Los resultados indican un crecimiento en la población estudiada, expresado en un incremento en la media del diámetro basal equivalente (1,3 cm) y en área basal acumulada (0,5659 m<sup>2</sup>) en el periodo abril de 2022 y octubre de 2023. Además, los árboles registran un aumento en la biomasa de Fustes (20,4 kg), Ramas (177,1 kg) y biomasa aérea Total (529,1 kg), pero una disminución en la biomasa de las Hojas (35,3 kg).

## REFERENCIAS

---

Álvarez, J. A., P. E. Villagra y R. Villalba. 2011. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 262(4):637-645.

Aronson, J.; C. Ovalle; J. Avendaño; L. Longeri y A. Del Pozo. 2002. Agroforestry tree selection in central Chile: Biological nitrogen fixation and early plant growth in six dryland species. *Agroforestry Systems*. 56:155-166.

Atanasio M. 2014 Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. *Quebracho* Vol.22(1,2):66-78

Baskerville, G.L., 1972. Use of Logarithmic Regression in the Estimation of Plant Biomass. *Can. J. For. Res.* 2, 49-53. doi:10.1139/x72-009

Birhane, E.; A. C. Treydte; A. Eshete; N. Solomon y M. Hailemariam. 2017. Can rangelands gain from bush encroachment? Carbon stocks of communal grazing lands invaded by *Prosopis juliflora*. *Journal of Arid Environments*. 141:60-67.

Caron, M. y A. Ortin. 2010. Recuperación de bosques de algarrobos después de un incendio. *Ciencia* 5(14) 15 pp.

Cruz, G. y Tapia P. 2020. Estimación biomasa de población de *Prosopis alba* (algarrobo) emplazados en el Sector Camar del Borde Este del Salar de Atacama. Informe Técnico preparado para Geobiota. Santiago. 49p

De Benitez, C.; M. Pece; M. Juárez de Galíndez y M. Acosta. 2014. Modelaje de la biomasa aérea individual y otras relaciones dendrométricas de *Prosopis nigra* Gris. en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*. 22:17-29.

Felker, P.; P. P. Clark; J. F. Osborn y G. H. Cannell. 1982. Biomass Estimation in a Young Stand of Mesquite (*Prosopis* spp.), Ironwood (*Oheya tesota*), Palo Verde (*Cercidium floridum*, and *Parkinsonia aculeata*), and Leucaena (*Leucaena leucocephala*). 35(1):3.

Felker, P.; D. Smith; C. Wiesman y R. L. Bingham. 1989. Biomass production of *Prosopis alba* clones at two non-irrigated field sites in semiarid south Texas. *Forest Ecology and Management*. 29(3):135-150.

Felker, P., Lopez, C., Soulier, C., Ochoa, J., Abdala, R. y Ewens, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. *Agroforestry Systems*. 53. 65-76. 10.1023/A:1012016319629.

Fernandes, P. C. F. 1994. Comportamento silvicultural de especies de *Prosopis*, em Petrolina-pe, Região Semi-Árida Brasileira. Curitiba, Brasil: Universidad Federal do Parana. 126p.

Fernandes, P. C.; E. B. de Oliveira y S. do Amaral. 1996. Equações para estimativa de biomassa de especies de *Prosopis* no semi-arido brasileiro. *Bol. Pesq. Fl. Colombo*. 32:67-79.

Fisher, C. E. 1977. Mesquite and modern man in Southwestern North América, En B. B. Simpson, ed. Mesquite, Its biology in two desert ecosystems, 177- 188, Stroudsburg, Pennsylvania.

Gayon, J. 2000. History of the concept of allometry. Am. Zool., 40(5): 748-758.

Geobiota 2020. Plan de Seguimiento Ambiental Biótico 2019. Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Región de Antofagasta. Preparado para SQM Salar. Santiago. Mayo, 2020. 21 pág.

Hierro, J. L.; L. C. Branch; D. Villarreal y K. L. Clark. 2000. Predictive equations for biomass and fuel characteristics of Argentine shrubs. Journal of Range Management. 53(6):617-621.

HUGHES, C. E.; J. J. RINGELBERG; G. P. LEWIS y S. A. CATALANO. 2022. Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). PhytoKeys. 205:147-189.

Husch, B., T. W. Beers and J.A. Kershaw. 2003. Forest Mensuration. Fourth edition. Wiley. New York, USA. 443 p.

Huxley, J.S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. Nature, 114: 895-896.

Iglesias, M. D. R. y A. Haydée. 2010. Estimación de la biomasa aérea de seis leguminosas leñosas del Chaco Árido (Argentina). Ecología Austral. 20:71-79.

Karlin, U., Coirini, R. Catalan, L. y Zapata R. 1997 *Prosopis alba* En: FAO 1997 Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiaridas N°12.

Khan, D., and R. Ahmad 2011. Size-Phytomass Relations. In: *Prosopis juliflora* (Swarz.) DC. Biol. Biotech., 8 (1): 139-154.

Laar, A. van, Akça, A., 2007. Forest mensuration, 2. ed., completely and supplemented. ed, Managing forest ecosystems. Springer, Dordrecht.

Ledesma, M.; C. A. Carranza y M. Balzarini. 2010. Estimación de la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa* mediante relaciones alométricas. AgriScientia. 27(2):87-96.

Ludwig, J. A.; J. F. Reynolds y P. D. Whitson. 1975. Size-biomass Relationships of Several Chihuahuan Desert Shrubs. The American Midland Naturalist. 94(2):451-461. University of Notre Dame.

Meier, A. R.; M. R. Saunders y C. H. Michler. 2012. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. Tree physiology review. Tree Physiology Advance

Parresol, B. R. 2011. Additivity of nonlinear biomass equations. Canadian Journal of Forest Research. 31:865-878. NRC Research Press Ottawa, Canada.

Padrón E., Y R., Navarro-Cerrillo 2004. Estimation of above-ground biomass in naturally occurring populations of *Prosopis pallida* (H. & B. ex. Willd.) H.B.K. in the north of Peru. Journal of Arid Environments 56: 283-292.

Picard, N., Saint-André, L., Henry, M., 2012. Manual for building tree volume and biomass allometric equations from field measurement to prediction. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 215p.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. Mensura forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA, BMZ/gtz. San José, Costa Rica

Rodríguez, R.; Marticorena, C.; Alarcón, D.; Baeza, C.; Cavieres, L.; Finot, V.; Fuentes, N.; Kiessling, A.; Mihoc, M.; Pauchard, A.; Ruiz, R.; Sánchez, P. y Marticorena, A. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1): 1-430.

Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M. 1983, Flora arbórea de Chile. Ed. Universidad de Concepción 408p.

Satoo, T. y Magdwick, H.A.I. 1982. Forest biomass. Forestry Sciences. Martinus Nijhoff / Dr W. Junk Publishers. Netherlands. 135 p.

Sciammaro, Leonardo; Cristina Ferrero; Cecilia Puppo. 2015. Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química y nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. 1Rev. Fac. Agron. Vol 114 (1): 115-123.

Sione, S., S. G. Ledesma, L. J. Rosenberger, J. D. Oszust; H. Andrade-Castañeda; G. O. Maciel, M. G. Wilson y M. C. Sasal. 2020. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. en bosques de Entre Ríos (Argentina). Agronomía & Ambiente. 40(1):63-76.

Sharifi, M. R.; E. T. Nilsen y P. W. Rundel. 1982. Biomass and Net Primary Production of *Prosopis glandulosa* (Fabaceae) in the Sonoran Desert of California. American Journal of Botany. 69(5):760-767.

Villagra, P. Cony, M. y J. Álvarez. sf. Tercer informe de avance sobre estudios e investigaciones que intentan explicar el estado actual de ejemplares de algarrobo, en una población ubicada en las proximidades del pozo CAMAR 2 de SQM, en el Salar de Atacama, Chile. Estudio dendrocronológico. Centro Científico Tecnológico - CONICET-Mendoza - Argentina. 71p.

Zuloaga, F.O.; Morrone, O. & Belgrano, M.J. (eds.) 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: i-xcvi + 1-3348.



## **ANEXO 1**

---

**Anexo 1. Fecha de la medición, Hora de la medición, Coordenada X , Coordenada Y (WGS84, 19S), Árbol.**

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 19-10-2023   | 15:02:00    | 7409907             | 598100              | A-01         | A            |
| 19-10-2023   | 15:06:00    | 7409921             | 598065              | A-02         | A            |
| 19-10-2023   | 15:07:00    | 7409924             | 598023              | A-03         | A            |
| 19-10-2023   | 16:09:00    | 7409714             | 598065              | A-04         | A            |
| 19-10-2023   | 16:10:00    | 7409774             | 598004              | A-05         | A            |
| 19-10-2023   | 16:00:00    | 7409696             | 597865              | A-06         | A            |
| 19-10-2023   | 9:13:00     | 7409685             | 597029              | A-07         | A            |
| 19-10-2023   | 9:21:00     | 7409688             | 597048              | A-08         | A            |
| 19-10-2023   | 9:34:00     | 7409700             | 597051              | A-09         | A            |
| 19-10-2023   | 9:43:00     | 7409695             | 597083              | A-10         | A            |
| 19-10-2023   | 9:51:00     | 7409682             | 597196              | A-11         | A            |
| 19-10-2023   | 18:28:00    | 7409967             | 597223              | A-12         | A            |
| 19-10-2023   | 18:22:00    | 7409954             | 597280              | A-13         | A            |
| 19-10-2023   | 18:24:00    | 7409986             | 597284              | A-14         | A            |
| 19-10-2023   | 18:26:00    | 7409999             | 497279              | A-15         | A            |
| 19-10-2023   | 10:46:00    | 7409916             | 597579              | A-16         | A            |
| 19-10-2023   | 11:51:00    | 7409908             | 597599              | A-17         | A            |
| 19-10-2023   | 10:53:00    | 7409921             | 597618              | A-18         | A            |
| 19-10-2023   | 11:44:00    | 7409906             | 597618              | A-19         | A            |
| 19-10-2023   | 19:19:00    | 7409912             | 597624              | A-20         | A            |
| 19-10-2023   | 11:39:00    | 7409905             | 597627              | A-21         | A            |
| 19-10-2023   | 11:36:00    | 7409913             | 597631              | A-22         | A            |
| 19-10-2023   | 11:33:00    | 7409908             | 597642              | A-23         | A            |
| 19-10-2023   | 10:55:00    | 7409917             | 597647              | A-24         | A            |
| 19-10-2023   | 11:30:00    | 7409911             | 597651              | A-25         | A            |
| 19-10-2023   | 11:27:00    | 7409915             | 597661              | A-26         | A            |
| 19-10-2023   | 11:26:00    | 7409910             | 497674              | A-27         | A            |
| 19-10-2023   | 11:25:00    | 7409905             | 597679              | A-28         | A            |
| 19-10-2023   | 11:17:00    | 7409929             | 597743              | A-29         | A            |
| 19-10-2023   | 11:10:00    | 7409946             | 597786              | A-30         | A            |
| 19-10-2023   | 11:08:00    | 7409948             | 597788              | A-31         | A            |
| 18-10-2023   | 10:59:00    | 7409913             | 598740              | A-32         | A            |
| 18-10-2023   | 10:27:00    | 7409896             | 598755              | A-33         | A            |
| 18-10-2023   | 10:17:00    | 7409913             | 598817              | A-34         | A            |
| 18-10-2023   | 10:14:00    | 7409919             | 598846              | A-35         | A            |
| 18-10-2023   | 11:15:00    | 7409761             | 598729              | A-36         | A            |
| 18-10-2023   | 12:11:00    | 7409759             | 598692              | A-37         | A            |
| 18-10-2023   | 11:33:00    | 7409689             | 598674              | A-38         | A            |
| 18-10-2023   | 11:31:00    | 7409692             | 598665              | A-39         | A            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 18-10-2023   | 16:00:00    | 7409688             | 598567              | A-40         | A            |
| 18-10-2023   | 13:22:00    | 7409671             | 598464              | A-41         | A            |
| 18-10-2023   | 12:38:00    | 7409668             | 598399              | A-42         | A            |
| 18-10-2023   | 12:20:00    | 7409727             | 598427              | A-43         | A            |
| 19-10-2023   | 9:02:00     | 7409749             | 598446              | A-44         | A            |
| 19-10-2023   | 9:45:00     | 7409742             | 598484              | A-45         | A            |
| 19-10-2023   | 9:30:00     | 7409735             | 598490              | A-46         | A            |
| 18-10-2023   | 15:36:00    | 7409754             | 598579              | A-47         | A            |
| 18-10-2023   | 11:40:00    | 7409779             | 598310              | A-48         | A            |
| 18-10-2023   | 10:51:00    | 7409680             | 598571              | A-49         | A            |
| 18-10-2023   | 15:55:00    | 7409657             | 598535              | A-50         | A            |
| 18-10-2023   | 15:34:00    | 7409652             | 598484              | A-51         | A            |
| 18-10-2023   | 13:20:00    | 7409655             | 598475              | A-52         | A            |
| 18-10-2023   | 12:48:00    | 7409959             | 590408              | A-53         | A            |
| 18-10-2023   | 12:51:00    | 7409646             | 598411              | A-54         | A            |
| 18-10-2023   | 15:00:00    | 7409580             | 598381              | A-55         | A            |
| 18-10-2023   | 15:11:00    | 7409611             | 598352              | A-56         | A            |
| 18-10-2023   | 15:09:00    | 7409600             | 598335              | A-57         | A            |
| 18-10-2023   | 11:55:00    | 7409801             | 598402              | A-58         | A            |
| 19-10-2023   | 16:02:00    | 7409703             | 597879              | A-59         | A            |
| 19-10-2023   | 10:04:00    | 7409689             | 597319              | A-60         | A            |
| 19-10-2023   | 10:04:00    | 7409919             | 597590              | A-61         | A            |
| 19-10-2023   | 10:58:00    | 7409911             | 597695              | A-62         | A            |
| 19-10-2023   | 11:00:00    | 7409917             | 597712              | A-63         | A            |
| 19-10-2023   | 11:23:00    | 7409911             | 597705              | A-64         | A            |
| 19-10-2023   | 11:22:00    | 7409905             | 597717              | A-65         | A            |
| 19-10-2023   | 11:21:00    | 7409906             | 597730              | A-66         | A            |
| 19-10-2023   | 11:01:00    | 7409917             | 597740              | A-67         | A            |
| 19-10-2023   | 11:15:00    | 7409939             | 597763              | A-68         | A            |
| 19-10-2023   | 15:05:00    | 7409878             | 598078              | A-69         | A            |
| 19-10-2023   | 15:09:00    | 7409875             | 598024              | A-70         | A            |
| 19-10-2023   | 16:06:00    | 7409786             | 597817              | A-71         | A            |
| 19-10-2023   | 11:26:00    | 7409803             | 598303              | AX-01        | A            |
| 19-10-2023   | 18:39:00    | 7409943             | 597025              | AX-02        | A            |
| 19-10-2023   | 18:46:00    | 7409920             | 597042              | AX-03        | A            |
| 18-10-2023   | 11:48:00    | 7409905             | 597607              | AX-76        | A            |
| 18-10-2023   | 10:03:00    | 7409875             | 598924              | B-01         | B            |
| 18-10-2023   | 9:33:00     | 7409887             | 599018              | B-02         | B            |
| 17-10-2023   | 15:20:00    | 7409939             | 599712              | B-03         | B            |
| 17-10-2023   | 12:52:00    | 7410288             | 600760              | B-04         | B            |
| 17-10-2023   | 12:20:00    | 7410465             | 601210              | B-05         | B            |
| 17-10-2023   | 12:19:00    | 7410445             | 601279              | B-06         | B            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 17-10-2023   | 12:30:00    | 7410495             | 601312              | B-07         | B            |
| 17-10-2023   | 12:34:00    | 7410551             | 601384              | B-08         | B            |
| 17-10-2023   | 12:39:00    | 7410583             | 601421              | B-09         | B            |
| 17-10-2023   | 12:43:00    | 7410510             | 61408               | B-10         | B            |
| 17-10-2023   | 11:54:00    | 7410553             | 601602              | B-11         | B            |
| 17-10-2023   | 12:01:00    | 7410590             | 601638              | B-12         | B            |
| 17-10-2023   | 11:55:00    | 7410615             | 601687              | B-13         | B            |
| 17-10-2023   | 11:52:00    | 7410665             | 601715              | B-14         | B            |
| 17-10-2023   | 11:45:00    | 7410670             | 601707              | B-15         | B            |
| 17-10-2023   | 11:35:00    | 7410733             | 601856              | B-16         | B            |
| 17-10-2023   | 11:20:00    | 7410808             | 601970              | B-17         | B            |
| 19-10-2023   | 8:52:00     | 7410936             | 602173              | B-18         | B            |
| 17-10-2023   | 10:40:00    | 7410946             | 602249              | B-19         | B            |
| 17-10-2023   | 8:53:00     | 7411001             | 602261              | B-20         | B            |
| 17-10-2023   | 9:23:00     | 7410998             | 602318              | B-21         | B            |
| 17-10-2023   | 10:25:00    | 7411020             | 602308              | BX-01        | B            |
| 19-10-2023   | 10:33:00    | 7409677             | 598556              | C-01         | C            |
| 19-10-2023   | 10:37:00    | 7409677             | 598554              | C-02         | C            |
| 19-10-2023   | 10:41:00    | 7409682             | 598560              | C-03         | C            |
| 19-10-2023   | 10:45:00    | 7409678             | 598563              | C-04         | C            |
| 19-10-2023   | 10:42:00    | 7409687             | 598561              | C-05         | C            |
| 19-10-2023   | 16:33:00    | 7409685             | 598563              | C-06         | C            |
| 19-10-2023   | 16:35:00    | 7409681             | 598566              | C-07         | C            |
| 19-10-2023   | 10:54:00    | 7409680             | 598571              | C-08         | C            |
| 19-10-2023   | 11:00:00    | 7409683             | 598575              | C-09         | C            |
| 19-10-2023   | 10:57:00    | 7409675             | 598587              | C-10         | C            |
| 19-10-2023   | 11:27:00    | 7409678             | 598589              | C-11         | C            |
| 19-10-2023   | 11:25:00    | 7409670             | 598584              | C-12         | C            |
| 19-10-2023   | 10:22:00    | 7409689             | 598591              | C-13A        | C            |
| 19-10-2023   | 10:55:00    | 7409689             | 598585              | C-13B        | C            |
| 18-10-2023   | 15:20:00    | 7409695             | 598600              | C-14         | C            |
| 18-10-2023   | 15:19:00    | 7409693             | 598601              | C-15         | C            |
| 18-10-2023   | 12:43:00    | 7409702             | 598619              | C-16         | C            |
| 18-10-2023   | 12:40:00    | 7409691             | 598623              | C-17         | C            |
| 18-10-2023   | 12:35:00    | 7409691             | 598624              | C-18         | C            |
| 18-10-2023   | 12:32:00    | 7409704             | 598630              | C-19         | C            |
| 19-10-2023   | 10:05:00    | 7409715             | 598543              | C-20         | C            |
| 19-10-2023   | 10:15:00    | 7409717             | 598557              | C-21         | C            |
| 19-10-2023   | 10:20:00    | 7409720             | 598561              | C-22         | C            |
| 18-10-2023   | 15:30:00    | 7409728             | 598594              | C-23         | C            |
| 18-10-2023   | 15:29:00    | 7409722             | 598593              | C-24         | C            |
| 18-10-2023   | 15:25:00    | 7409719             | 598599              | C-25         | C            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 18-10-2023   | 16:09:00    | 7409727             | 598604              | C-26         | C            |
| 18-10-2023   | 15:24:00    | 7409710             | 598602              | C-27         | C            |
| 18-10-2023   | 12:51:00    | 7409713             | 598615              | C-28         | C            |
| 18-10-2023   | 12:31:00    | 7409723             | 598623              | C-29         | C            |
| 18-10-2023   | 12:53:00    | 7409714             | 598615              | C-30         | C            |
| 18-10-2023   | 9:17:00     | 7409469             | 598097              | C-31         | C            |
| 18-10-2023   | 9:11:00     | 7409474             | 598114              | C-32         | C            |
| 18-10-2023   | 17:53:00    | 7409478             | 598116              | C-33         | C            |
| 18-10-2023   | 17:50:00    | 7409481             | 598122              | C-34         | C            |
| 18-10-2023   | 9:09:00     | 7409480             | 598122              | C-35         | C            |
| 18-10-2023   | 9:15:00     | 7409465             | 598117              | C-36         | C            |
| 18-10-2023   | 9:05:00     | 7409488             | 598123              | C-37         | C            |
| 17-10-2023   | 17:28:00    | 7409466             | 598127              | C-38         | C            |
| 17-10-2023   | 17:46:00    | 7409488             | 598134              | C-39         | C            |
| 17-10-2023   | 17:45:00    | 7409493             | 598139              | C-40         | C            |
| 17-10-2023   | 17:49:00    | 7409487             | 598138              | C-41         | C            |
| 17-10-2023   | 8:58:00     | 7409492             | 598139              | C-42         | C            |
| 17-10-2023   | 17:45:00    | 7409483             | 598145              | C-43         | C            |
| 17-10-2023   | 17:30:00    | 7409469             | 598156              | C-44         | C            |
| 17-10-2023   | 17:31:00    | 7409472             | 598154              | C-45         | C            |
| 17-10-2023   | 17:38:00    | 7409499             | 598157              | C-46         | C            |
| 17-10-2023   | 17:34:00    | 7409520             | 598187              | C-47         | C            |
| 18-10-2023   | 11:13:00    | 7409541             | 598188              | C-48         | C            |
| 18-10-2023   | 11:19:00    | 7409552             | 598198              | C-49         | C            |
| 18-10-2023   | 11:14:00    | 7409545             | 598155              | C-50         | C            |
| 17-10-2023   | 17:31:00    | 7409526             | 598156              | C-51         | C            |
| 17-10-2023   | 17:33:00    | 7409527             | 598160              | C-52         | C            |
| 17-10-2023   | 17:28:00    | 7409518             | 598136              | C-53         | C            |
| 17-10-2023   | 17:17:00    | 7409519             | 598134              | C-54         | C            |
| 17-10-2023   | 17:26:00    | 7409518             | 598136              | C-55         | C            |
| 17-10-2023   | 17:24:00    | 7409514             | 598136              | C-56         | C            |
| 17-10-2023   | 17:27:00    | 7409514             | 598135              | C-57         | C            |
| 18-10-2023   | 8:48:00     | 7409507             | 598114              | C-58         | C            |
| 18-10-2023   | 8:51:00     | 7409507             | 598114              | C-59         | C            |
| 18-10-2023   | 8:45:00     | 7409505             | 598112              | C-60         | C            |
| 17-10-2023   | 17:40:00    | 7409492             | 598147              | C-61         | C            |
| 17-10-2023   | 17:42:00    | 7409502             | 598143              | C-62         | C            |
| 17-10-2023   | 17:36:00    | 7409513             | 598178              | C-63         | C            |
| 17-10-2023   | 17:42:00    | 7409499             | 598144              | C-64         | C            |
| 19-10-2023   | 10:09:00    | 7409716             | 598551              | C-65         | C            |
| 19-10-2023   | 10:11:00    | 7409715             | 598557              | C-66         | C            |
| 20-10-2023   | 8:45:00     | 7409731             | 598560              | C-67         | C            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 18-10-2023   | 15:32:00    | 7409729             | 598588              | C-68         | C            |
| 18-10-2023   | 16:08:00    | 7409738             | 598600              | C-69         | C            |
| 18-10-2023   | 15:22:00    | 7409692             | 598605              | C-70         | C            |
| 18-10-2023   | 15:18:00    | 7409695             | 598601              | C-71         | C            |
| 19-10-2023   | 10:23:00    | 7409725             | 598577              | C-72         | C            |
| 18-10-2023   | 9:34:00     | 7409482             | 598105              | C-74         | C            |
| 18-10-2023   | 9:27:00     | 7409482             | 598099              | C-75         | C            |
| 18-10-2023   | 9:46:00     | 7409489             | 598114              | C-76         | C            |
| 18-10-2023   | 9:40:00     | 7409489             | 598103              | C-77         | C            |
| 18-10-2023   | 15:29:00    | 7409679             | 598466              | C-78         | C            |
| 18-10-2023   | 15:26:00    | 7409680             | 598467              | C-79         | C            |
| 17-10-2023   | 15:54:00    | 7409950             | 599665              | D-01         | D            |
| 17-10-2023   | 16:06:00    | 7409920             | 599298              | D-02         | D            |
| 17-10-2023   | 16:11:00    | 7409926             | 599294              | D-03         | D            |
| 17-10-2023   | 16:20:00    | 7409955             | 599276              | D-04         | D            |
| 17-10-2023   | 16:26:00    | 7409968             | 599279              | D-05         | D            |
| 17-10-2023   | 16:36:00    | 7410002             | 599282              | D-06         | D            |
| 17-10-2023   | 16:39:00    | 7410004             | 599228              | D-07         | D            |
| 17-10-2023   | 16:40:00    | 7409969             | 599204              | D-08         | D            |
| 18-10-2023   | 9:20:00     | 7409992             | 599071              | D-09         | D            |
| 18-10-2023   | 11:19:00    | 7409606             | 598731              | D-10         | D            |
| 17-10-2023   | 15:44:00    | 7409626             | 598693              | D-11         | D            |
| 18-10-2023   | 11:12:00    | 7409683             | 598710              | D-12         | D            |
| 19-10-2023   | 10:05:00    | 7409715             | 598570              | D-13         | D            |
| 18-10-2023   | 15:27:00    | 7409714             | 598601              | D-14         | D            |
| 18-10-2023   | 12:49:00    | 7409710             | 598611              | D-15         | D            |
| 19-10-2023   | 11:07:00    | 7409706             | 598562              | D-16         | D            |
| 19-10-2023   | 10:27:00    | 7409679             | 598540              | D-17         | D            |
| 19-10-2023   | 11:30:00    | 7409639             | 598578              | D-18         | D            |
| 18-10-2023   | 15:53:00    | 7409623             | 598563              | D-19         | D            |
| 18-10-2023   | 15:50:00    | 7409626             | 598548              | D-20         | D            |
| 18-10-2023   | 15:49:00    | 7409626             | 598534              | D-21         | D            |
| 18-10-2023   | 15:46:00    | 7409627             | 598530              | D-22         | D            |
| 18-10-2023   | 15:43:00    | 7409612             | 598522              | D-23         | D            |
| 17-10-2023   | 17:23:00    | 7409530             | 598091              | D-24         | D            |
| 17-10-2023   | 17:35:00    | 7409498             | 598164              | D-25         | D            |
| 17-10-2023   | 17:25:00    | 7409457             | 598117              | D-26         | D            |
| 17-10-2023   | 17:24:00    | 7409452             | 598114              | D-27         | D            |
| 19-10-2023   | 15:15:00    | 7409878             | 598055              | D-28         | D            |
| 19-10-2023   | 15:07:00    | 7409899             | 598108              | D-29         | D            |
| 19-10-2023   | 15:20:00    | 7409859             | 598087              | D-30         | D            |
| 19-10-2023   | 15:26:00    | 7409795             | 598080              | D-31         | D            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 18-10-2023   | 9:49:00     | 7409492             | 598114              | D-32         | D            |
| 18-10-2023   | 9:43:00     | 7409492             | 598100              | D-33         | D            |
| 18-10-2023   | 11:48:00    | 7409707             | 598693              | D-34         | D            |
| 18-10-2023   | 11:43:00    | 7409716             | 598659              | D-35         | D            |
| 17-10-2023   | 16:31:00    | 7409967             | 599274              | D-36         | D            |
| 17-10-2023   | 16:46:00    | 7409979             | 599226              | D-37         | D            |
| 19-10-2023   | 17:36:00    | 7410174             | 598123              | D-38         | D            |
| 19-10-2023   | 17:35:00    | 7410180             | 598121              | D-39         | D            |
| 19-10-2023   | 17:34:00    | 7410184             | 598119              | D-40         | D            |
| 19-10-2023   | 17:33:00    | 7410186             | 598118              | D-41         | D            |
| 19-10-2023   | 17:32:00    | 7410204             | 598124              | D-42         | D            |
| 19-10-2023   | 17:30:00    | 7410212             | 598121              | D-43         | D            |
| 19-10-2023   | 17:00:00    | 7409865             | 598193              | D-45         | D            |
| 18-10-2023   | 15:42:00    | 7409641             | 598521              | D-46         | D            |
| 18-10-2023   | 15:39:00    | 7409664             | 598512              | D-47         | D            |
| 18-10-2023   | 11:46:00    | 7409707             | 598679              | D-48         | D            |
| 17-10-2023   | 15:56:00    | 7409639             | 598730              | D-49         | D            |
| 17-10-2023   | 16:14:00    | 7409631             | 598744              | D-50         | D            |
| 17-10-2023   | 16:31:00    | 7409662             | 598758              | D-51         | D            |
| 17-10-2023   | 16:27:00    | 7409670             | 598755              | D-52         | D            |
| 17-10-2023   | 16:42:00    | 7409667             | 598792              | D-53         | D            |
| 17-10-2023   | 16:45:00    | 7409680             | 598821              | D-54         | D            |
| 17-10-2023   | 16:47:00    | 7409699             | 598811              | D-55         | D            |
| 17-10-2023   | 16:51:00    | 7409707             | 598829              | D-56         | D            |
| 18-10-2023   | 11:07:00    | 7409698             | 598741              | D-57         | D            |
| 17-10-2023   | 16:48:00    | 7409974             | 599247              | D-58         | D            |
| 17-10-2023   | 11:58:00    | 7510607             | 601642              | D-59         | D            |
| 17-10-2023   | 16:15:00    | 7409931             | 599289              | D-60         | D            |
| 18-10-2023   | 9:58:00     | 7409860             | 598986              | D-61         | D            |
| 17-10-2023   | 16:25:00    | 7409656             | 598743              | D-62         | D            |
| 17-10-2023   | 16:00:00    | 7409625             | 598709              | D-63         | D            |
| 18-10-2023   | 9:26:00     | 7409869             | 599101              | D-64         | D            |
| 18-10-2023   | 9:22:00     | 7409957             | 599076              | D-65         | D            |
| 18-10-2023   | 9:31:00     | 7409879             | 599082              | D-66         | D            |
| 18-10-2023   | 11:09:00    | 7409687             | 598739              | D-67         | D            |
| 19-10-2023   | 17:42:00    | 7410165             | 598114              | D-68         | D            |
| 19-10-2023   | 14:56:00    | 7409964             | 598137              | D-69         | D            |
| 19-10-2023   | 15:00:00    | 7409952             | 598183              | D-70         | D            |
| 18-10-2023   | 9:30:00     | 7409877             | 599080              | D-71         | D            |
| 18-10-2023   | 9:55:00     | 7409863             | 599014              | D-72         | D            |
| 18-10-2023   | 9:56:00     | 7409858             | 598995              | D-73         | D            |
| 18-10-2023   | 10:01:00    | 7409854             | 598943              | D-74         | D            |

| <b>Fecha</b> | <b>Hora</b> | <b>Coordenada X</b> | <b>Coordenada Y</b> | <b>Árbol</b> | <b>Serie</b> |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|
| 18-10-2023   | 15:26:00    | 7409692             | 598488              | D-75         | D            |
| 18-10-2023   | 15:28:00    | 7409657             | 598498              | D-76         | D            |
| 17-10-2023   | 16:09:00    | 7409632             | 598703              | D-77         | D            |
| 17-10-2023   | 16:39:00    | 7409641             | 598761              | D-78         | D            |
| 17-10-2023   | 16:27:00    | 7409653             | 598747              | D-79         | D            |
| 17-10-2023   | 15:30:00    | 7409601             | 598665              | D-80         | D            |
| 17-10-2023   | 16:36:00    | 7409644             | 598769              | D-81         | D            |



## **ANEXO 2**

---

# **Protocolo de inventario estimación biomasa de población de *Neltuma alba* (algarrobos) emplazados en la quebrada de Camar, borde Este del Salar de Atacama.**

**Octubre 2023**

**Gustavo Cruz M., Patricio Tapia A.**

## **INTRODUCCIÓN**

---

El protocolo tiene por objeto definir la metodología de levantamiento de información en terreno en el marco del estudio “Estimación biomasa de población de *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba*) (algarrobos) emplazados en el Sector Camar, del Borde Este del Salar de Atacama”. Preparado para Geobiota. El estudio busca estimar la biomasa de una población de *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba*) (algarrobo) ubicada en las inmediaciones del Pozo Camar 2, en el Borde Este del Salar de Atacama, Región de Antofagasta, a partir del uso de funciones de biomasa por componentes publicadas en la literatura especializada y que sean adaptables a estas poblaciones de la zona norte del país. Esto en virtud de la imposibilidad de realizar un muestreo semidestructivo de los individuos con el fin de elaborar funciones locales de biomasa aérea.

## **INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA MEDICIÓN**

---

- **Forcípula.** Para diámetros mayores a 5 cm
- **Pie de metro.** Para diámetros entre 2,5 y 5 cm.
- **Huinch de medir (30 m) o distanciómetro (Vertex).** Medición de altura y radios de copa
- **Cubo.** Cubo construido con tubos de PVC de 0,25 cm de lado, para la estimación de la cantidad de frutos.
- **Brújula.** Exposiciones y ángulos.
- **GPS.** Orientación y posicionamiento.
- **Dispositivo móvil.** Para el registro fotográfico de cada individuo. Se recomienda el uso de la aplicación para dispositivos móviles TimeStamp, que permite registrar de forma georreferenciada la información.

## **ELEMENTOS PARA EL REGISTRO DE LAS VARIABLES A MEDIR.**

---

Para el registro de las variables a medir en terreno se requiere lápiz y formularios de terreno (ver Apéndice A), además de una cámara fotográfica.

### 3.1 Variables de ubicación y registro

Las variables de ubicación y registro son las siguientes:

- **Cuadrilla:** Nombre y apellido de los evaluadores
- **Fecha:** Fecha de la medición en formato Día/mes/año
- **Hora:** Hora en la que se realiza el levantamiento en formato de 24 horas
- **Árbol:** Corresponde al código asignado en las evaluaciones previas por Geobiota.
- **Nfoto:** Corresponde al número de foto del registro fotográfico en la campaña de terreno actual.
- **dfoto:** Distancia a la cual fue tomada la fotografía (en metros), se sugiere tomar las fotografías siempre a la misma distancia.
- **Coordenada X:** Corresponde a la coordenada Este en formato UTM.
- **Coordenada Y:** Corresponde a la coordenada Norte en formato UTM.
- **Observación:** Corresponde a cualquier observación relevante sobre la medición o el estado en que se encuentra el individuo, que no esté incluida en el formulario.

### 3.2 Variables del individuo

**Diámetro máximo de la copa:** Corresponde al diámetro más largo de la copa.

**Código:** mcw

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.



Figura 1. Medición diametro maximo de copa (mcw). Como lo indica la línea roja, el diámetro máximo de la copa (*mcw*) corresponde a la sección transversal más larga de la copa. Para su medición se debe usar la huincha de medir, registrando la amplitud de la copa en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Diámetro de copa a los 90° del mcw:** Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo (*mcw*).

**Código:** cw90

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Brújula y Distanciómetro (Vertex) o Huincha de distancia.

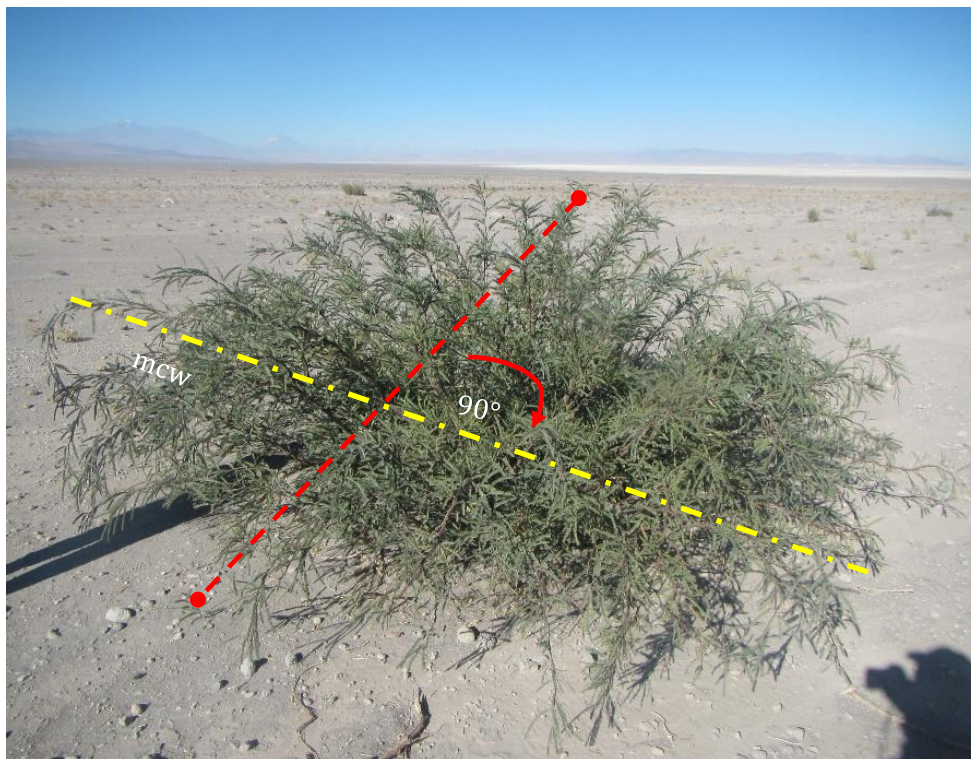


Figura 2. Medición de copa a los 90° del mcw. Como lo indica la línea roja, el diámetro de copa a los 90° del mcw ( $cw90$ ) corresponde a la sección transversal que se encuentra a 90° del diámetro máximo de la copa (línea amarilla). Para su medición se debe usar en primer lugar, la brújula para determinar los 90° del diámetro máximo de copa ( $mcw$ ) y la huincha de medir, registrando su amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Altura total:** Altura total del individuo, corresponde a la altura máxima alcanzada por los fustes del individuo.

**Código:** ht

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.





Figura 3. Medición de la altura total. Como lo indica la línea roja, la altura total del individuo (*ht*) corresponde a la sección vertical, más larga de la copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Fuste libre de ramas:** Largo del fuste que se encuentra libre de ramas, en caso de que la copa del árbol comience a partir del suelo se debe registrar con valor cero (0).

**Código:** FLR

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Clinómetro, vertex, vara graduada.

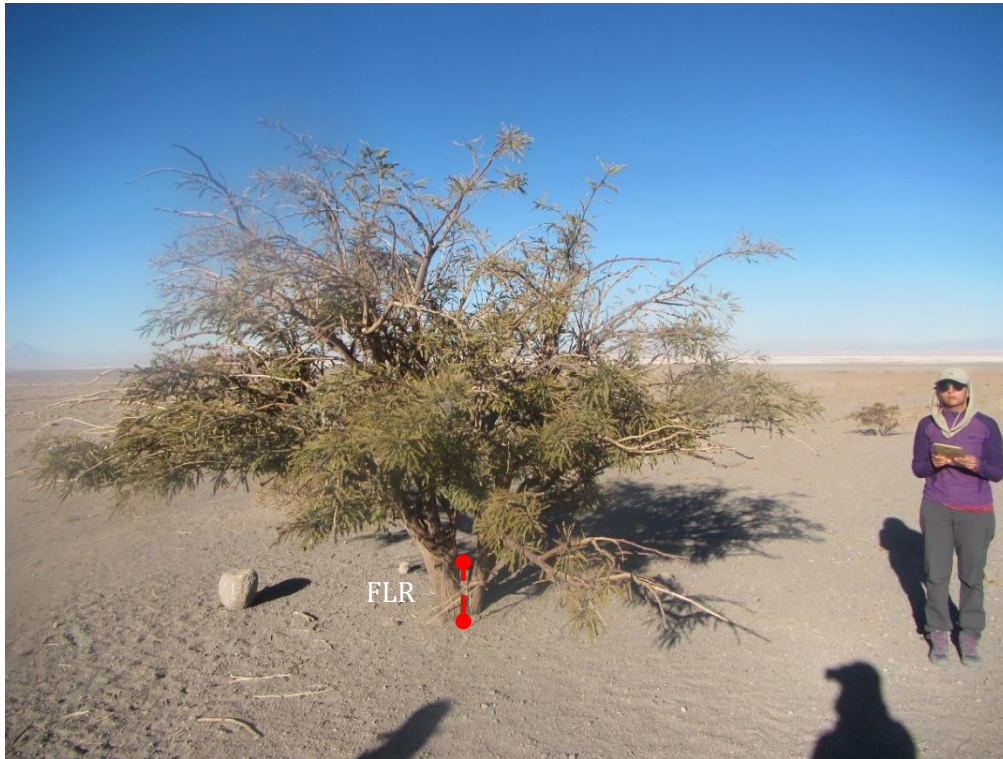


Figura 5. Medición del Fuste libre de ramas. Como lo indica la línea roja, el Fuste libre de ramas corresponde a la sección vertical que va desde el suelo hasta la primera rama que constituye copa. Para su medición se debe usar una vara graduada o clinómetro, registrando la amplitud en cm, en la casilla correspondiente del formulario.

**Número de vástagos menores a 2,5 cm:** Corresponde al número de vástagos menores a 2,5 cm que salen desde la base (10 cm del suelo), segregados según clase de vigor.

**Código:** nd(<2.5)

**Unidad de medida:** unidad

**Instrumento de medición:** No se utiliza.



Figura 4. Registro del N° de vástagos menores a 2,5 cm. La figura muestra un individuo de poco tamaño, en donde los diámetros basales de los vástagos (diámetros medidos a 10 cm del suelo) no superan los 2,5 cm. En este caso se deben contabilizar y segregar según vigor la cantidad de vástagos, registrándolos en la casilla correspondiente del formulario. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste va entre un 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Cantidad de frutos:** Contar la cantidad de frutos en el individuo para cada exposición de la copa.



**Código:** Frutos

**Unidad de medida:** Cantidad

**Instrumento de medición:** Cubo 0,25 m de lado, en los casos necesarios.

Se debe evaluar si el individuo presenta frutos y la cantidad de estos. Para ello se deben contar en cada una de las exposiciones de la copa, la cantidad de vainas que presente el individuo y se deben registrar en la casilla correspondiente del formulario. En el caso de que las vainas sean más de 50 por exposición, se debe realizar una estimación, contando las vainas contenidas en un cubo de 0,25 m de lado el cual se debe introducir en un punto aleatorio en cada exposición de la copa y se debe registrar en la casilla correspondiente del formulario.

#### **4 REGISTRO DE VÁSTAGOS DEL INDIVIDUO**

---

**Diámetros basales.** Corresponden a todos los diámetros (>2,5 cm), medidos en la base del fuste (10 cm del suelo).

**Código:** db<sub>i</sub>, Para diámetros de i hasta n

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

Los diámetros basales deben ser marcados, en aquellos casos que sea posible, a la altura de la medición (10 cm del suelo) para realizar medidas posteriores en la misma posición del árbol. La marca idealmente debe realizarse con pintura que no afecte el crecimiento del árbol y que persista en el tiempo al menos una temporada de medición.



Figura 6. Medición de diámetros basales. En la figura de la izquierda, los puntos rojos individualizan los diámetros basales (en este caso son dos,  $db_1$  y  $db_2$ ), los cuales se considerarán los fustes del individuo. En la figura de la derecha se aprecia que cada diámetro basal corresponde a la sección transversal del fuste (línea roja), la cual se encuentra a 10 cm del suelo (línea amarilla). Para su medición se debe usar forcipula en los diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en los diámetros entre 2,5 y 5 cm. Para los diámetros menores a 2,5 cm, sólo se registrará el número de vástagos en la casilla  $nd(<2,5)$  (Ver punto 3.2). La amplitud de los diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario.

**Largo del fuste:** Se debe medir el largo del fuste desde la base hasta el ápice o extremo superior para el  $db_i$

**Código:** hfi, Para diámetros basales i.

**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** huincha de distancia o vara graduada.

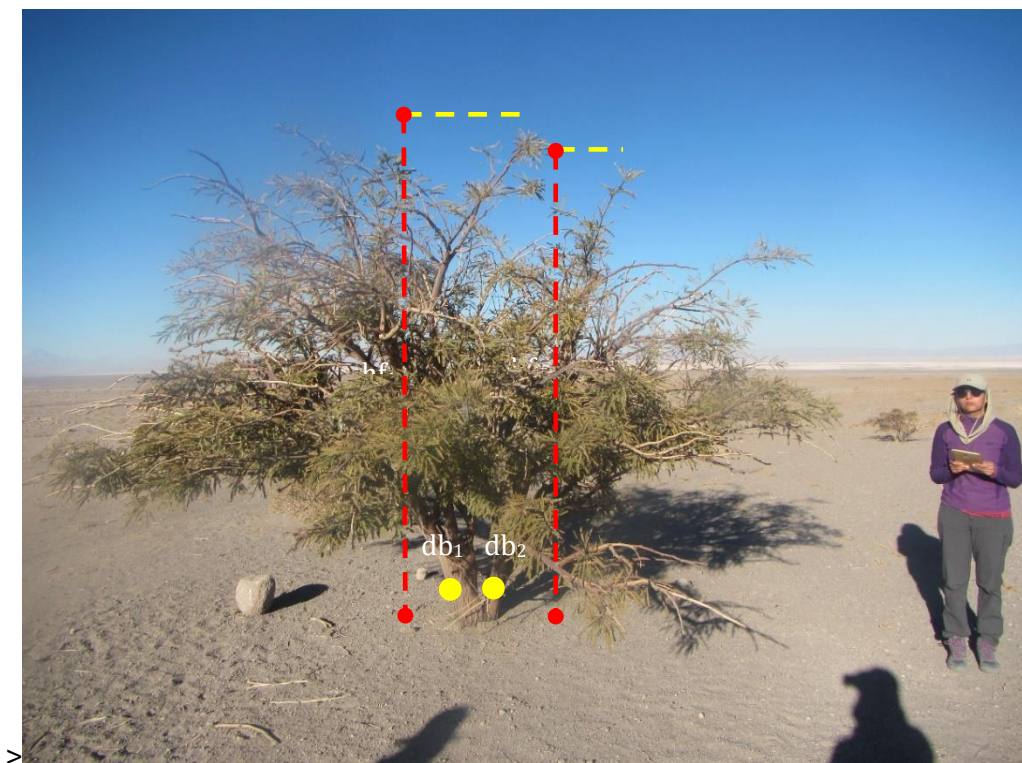


Figura 7. Medición del largo del fuste. El largo del fuste corresponde a la distancia medida entre el suelo y el ápice o extremo superior de cada fuste. En el caso de la fotografía, se identificaron dos fustes relacionados al los diámetros basales  $db_1$  y  $db_2$  (puntos en color amarillo). Para cada fuste se debe registrar en cm, su largo  $hf_1$  y  $hf_2$  respectivamente, en la casilla correspondiente del formulario.

**Vigor:** Corresponde a una estimación cualitativa del vigor del fuste.

**Código:** V

**Unidad de medida:** S=Seco, MD= Muy débil, D=Débil, N= Normal, EV= Excepcionalmente vigoroso

**Instrumento de medición:** no se utiliza.



Figura 8. Registro del Vigor. Se debe registrar el vigor asociado, según las categorías siguientes: **Seco (S)**= No presenta ramillas con hojas o estas están secas y la madera del fuste se aprecia seca (100 % de la madera del fuste); **Muy debil (MD)**= No presenta ramillas con hojas y la madera muerta en el fuste es mayor al 75%; **Debil (D)**= El fuste presenta ramillas con hojas, pero en baja proporción (<25% del fuste con ramillas con hojas), pero la madera muerta en el fuste va entre un 50-75 %; **Normal (N)** = Presenta ramillas con hojas (entre un 25%-50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%-50%; **Excepcionalmente Vigoroso (EV)**= Presenta una copa profusa (>50% del fuste con ramillas con hojas) y la madera muerta en el fuste es menor al 25%.

**Diámetro a la altura del pecho:** Diámetro de fustes medido a 1.3 m del suelo, para fustes con diámetros basales mayores a 2,5 cm.

**Código:** d(1.3)<sub>ij</sub>, Sólo para diámetros basales i con diámetro a la altura del pecho j



**Unidad de medida:** cm

**Instrumento de medición:** Forcípula, pie de metro.

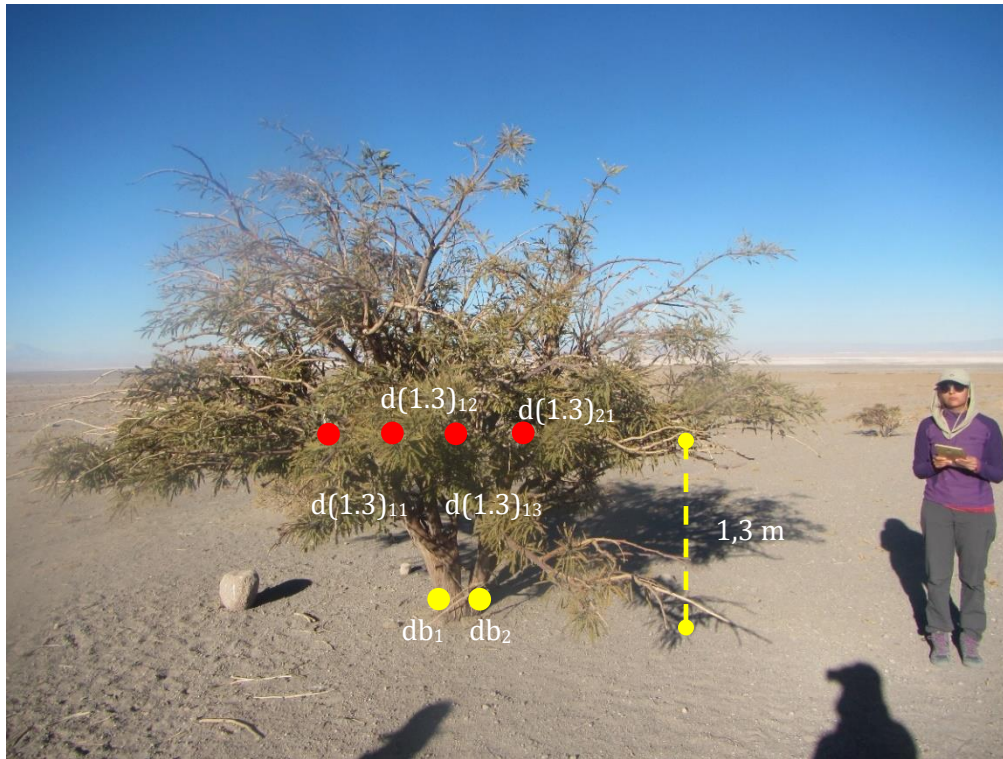


Figura 9. Medición del diámetro a la altura del pecho. Los puntos rojos individualizan los diámetros a la altura del pecho (en este caso son 4,  $d(1.3)_{11}$ ,  $d(1.3)_{12}$ ,  $d(1.3)_{13}$ ,  $d(1.3)_{21}$ ), cada diámetro a la altura del pecho debe estar relacionado a alguno de los diámetros basales definidos en el punto anterior, en este caso  $db_1$  y  $db_2$ , (puntos de color amarillo). Cada diámetro a la altura del pecho, corresponde la sección transversal del fuste, la cual se encuentra a una altura de 1,3 m del suelo (línea amarilla). Idealmente para su medición se debe usar forcípula en diámetros mayores a 5 cm y pie de metro en diámetros entre 2,5 y 5 cm. La amplitud del diámetro se debe registrar en cm en la casilla correspondiente del formulario (casilla  $d(1.3)_{ij}$  con  $i, j$  desde 1 a 15).

## **Apéndice A. Formulario de medición**

| Variables de ubicación y registro  |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|------------------------------------|----|-------------------|----------|----------|-------------|------|--|------|-------------|--|
| Cuadrilla                          |    |                   |          |          | Fecha       | / /  |  | Hora |             |  |
| Árbol                              |    |                   |          |          | CoordenadaX |      |  |      |             |  |
| Nfoto                              |    | dfoto             |          |          | Coordenaday |      |  |      |             |  |
| Variables del individuo            |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
| mcw                                |    | (S) Seco          | nd(<2.5) |          | Frutos      |      |  |      | Observación |  |
| cw90                               |    | (MD) Muy debil    |          |          | Med.        | Est. |  |      |             |  |
| ht                                 |    | (D) Debil         |          |          | N           |      |  |      |             |  |
| FLR                                |    | (N) Normal        |          |          | E           |      |  |      |             |  |
|                                    |    | (EV) Ex. Vigoroso |          |          | S           |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          | O           |      |  |      |             |  |
| Registro de vástagos del individuo |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          | d(1.3)ij |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          | j        |             |      |  |      |             |  |
|                                    | Db | hf                | V        |          |             |      |  |      |             |  |
| i                                  |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |
|                                    |    |                   |          |          |             |      |  |      |             |  |

### **ANEXO 3**

---



**Anexo 3.** Modelos de regresión utilizados para determinar la biomasa aérea de árboles del género *Prosopis* por componentes (Fuste, Ramas, Hojas) y total.

| N° | Modelo  | Coeficientes                                  | Variables Predictoras |
|----|---|---|-----------------------|
| 1  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 2  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^{0.5}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 3  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 4  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^3$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 5  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^{0.5}$                                 | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 6  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 7  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^3$                                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 8  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                                   | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 9  | $Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3$                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 10 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 11 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D^2}$                                       | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 12 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 D + \beta_3 \frac{1}{D^2}$     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D$                   |
| 13 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 14 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 15 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 16 | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |
| 17 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 H + \beta_3 D^2 H$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                |
| 18 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 H + \beta_2 D^2 H^2 + \beta_3 H^3 + \beta_4 D^2$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ | $D, H$                |
| 19 | $Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^3 + \beta_3 H + \beta_3 \frac{1}{H}$ | $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$          | $D, H$                |
| 20 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 21 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D}$                                     | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 22 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D$                   |
| 23 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 \ln D$                     | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 24 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 \ln D$                               | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D$                   |
| 25 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H$                           | $\beta_0, \beta_1, \beta_2$                   | $D, H$                |
| 26 | $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln D H$   | $\beta_0, \beta_1$                            | $D, H$                |

Donde  $Y$  = Variable dependiente (Peso seco fuste, Peso seco ramas, Peso seco hojas, Peso seco corteza, Peso seco total,);  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  = Coeficientes del modelo;  $D$  = Diámetro basal;  $H$  = Altura del vástago. Fuente: Modificado de Prodan *et al.*, 1997; Husch, 2003; Laar y Akça, 2007; Picard *et al.*, 2012.

#### **ANEXO 4**

---

**Anexo 4.** Listado de modelos de regresión para la estimación de biomasa probados en el estudio. Est. Corresponde a la estimación, donde BAL=Biomasa aérea leñosa, BAT=Biomasa aérea total, BH= Biomasa de hojas, BR=Biomasa de ramas, BT=Biomasa total, BFV= Biomasa de fustes vivos, BFM=Biomasa de fustes muertos, BST=Biomasa subterránea total. Y= Variable a predecir, donde DW=Peso seco, POR=Porcentaje, FW=Peso fresco, X1, X2, X3 corresponde a variables predictoras donde Media\_db=Valor medio de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), Dbe\_d0.3=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.3 m de altura (cm), Dbe\_d0.1=Diámetro basal equivalente de los diámetros basales medidos a 0.1 m de altura (cm), ht= Altura total (m), dc=diámetro de copa (m), max\_h=Altura máxima (m), cw90= Corresponde al diámetro que se encuentra a 90° del diámetro más largo medido (m), mcw= Corresponde al diámetro más largo de la copa (m), Vc= Volumen de copa (m<sup>3</sup>), Ac=Área de copa (m<sup>2</sup>), AB\_db=Área basal de los diámetros medidos a 0,1 m (m<sup>2</sup>); a, b, c, d son coeficientes del modelo de regresión; Especie= Corresponde a la especie para la cual fue construido el modelo de estimación de biomasa; Fuente bibliográfica= Corresponde a la publicación de donde se obtuvo el modelo en donde se incluye al Mesquite que corresponde a un tipo vegetal conformado por varias especies del género *Prosopis*.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a      | b | c | d | Modelo           | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|--------|---|---|---|------------------|----------------------|------------------------|
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1432 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0901 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1074 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3415 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3269 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1034 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1820 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1382 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1990 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3835 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3913 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1583 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2534 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3093 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4332 | - | - | - | $Y=a \cdot X1^2$ | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAL  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4291 | - | - | - | $Y=a \cdot$      | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2 | X3 | a       | b        | c         | d        | Modelo                               | Especie              | Fuente bibliográfica   |
|------|----|----------|----|----|---------|----------|-----------|----------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | dc | 0.07977 | 1.131617 | 0.4953181 | 1.480073 | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))*(X3^d)$ | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | -  | -  | 0.03569 | 2.374869 | -         | -        | $Y=(a*X1^b)$                         | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | ht       | -  | -  | 1.2304  | 1.362872 | -         | -        | $Y=a*exp(b*log(X1)^2)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | dc       | -  | -  | 0.02391 | 6.749443 | -         | -        | $Y=a*X1^b$                           | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Dbe_db   | ht | -  | 0.06211 | 1.431773 | 1.491206  | -        | $Y=(a*X1^b)*(exp(c*log(X2)))^2$      | <i>P. flexuosa</i>   | Álvarez et al., 2011   |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1515  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.0996  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1296  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3589  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.3604  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Media_db | -  | -  | 0.1109  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1925  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1530  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2383  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. glandulosa</i> | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4031  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4308  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.1708  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. velutina</i>   | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.2680  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. alba</i>       | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.3416  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. chilensis</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4552  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. juliflora</i>  | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | Dbe_d0.3 | -  | -  | 0.4721  | -        | -         | -        | $Y=a*X1^2$                           | <i>P. pallida</i>    | Fernandes et al., 1996 |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.43   | 2.18     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | max_h    | -  | -  | -0.32   | 1.85     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |
| BAT  | DW | cw90     | -  | -  | 5.84    | 2.85     | -         | -        | $\log Y=a+b*\log(X1)$                | <i>P. caldenia</i>   | Hierro et al., 2000    |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

#### Anexo 4. Continuación.

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | a       | b       | c    | d | Modelo   | Especie                 | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|---------|---------|------|---|--|-------------------------|-------------------------|
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 5.75    | 1.98    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | max_h    | -  | -  | -0.08   | 2.68    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | max_h    | -  | -  | 106     | 1.76    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 220.83  | 3.78    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 373.91  | 1.75    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 6.24    | 2.63    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 4.52    | 0.98    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | mcw      | ht | -  | 5.16    | 1.98    | 3.25 | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1) + c \cdot \log(X2)$ | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | cw90     | -  | -  | 208.02  | 3.60    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Vc       | -  | -  | 70.91   | 0.99    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0295  | 2.67    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0928  | 2.38    | -    | - | $Y = a \cdot X1 \cdot X2^b$                        | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.0877  | 2.30    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 0.4891  | 1.7029  | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | -  | -  | -2.9255 | 2.426   | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_db   | DM | -  | 0.0645  | 2.47    | -    | - | $Y = a \cdot X1 \cdot X2^b$                        | <i>Mesquite</i>         | Navar et al., 2019      |
| BAT  | DW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 66.5541 | 0.05796 | -    | - | $Y = a + b \cdot (X1^2) \cdot X2$                  | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BAT  | FW  | Dbe_d0.3 | ht | -  | 75.1691 | 0.08732 | -    | - | $Y = a + b \cdot (X1^2) \cdot X2$                  | <i>P. pallida H.B.K</i> | Padrón y Navarro, 2004  |
| BF   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 48.1442 | -0.3691 | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 50.1114 | -0.8827 | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. nigra</i>         | de Benítez et al., 2014 |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 5.27    | 0.88    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 219.94  | 0.84    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. caldenia</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 3.19    | 0.88    | -    | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$                    | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |
| BH   | DW  | Vc       | -  | -  | 61.99   | 0.61    | -    | - | $Y = a \cdot X1^b$                                 | <i>P. flexuosa</i>      | Hierro et al., 2000     |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y   | X1       | X2 | X3 | a        | b       | c      | d | Modelo  | Especie              | Fuente bibliográfica    |
|------|-----|----------|----|----|----------|---------|--------|---|---|----------------------|-------------------------|
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -1.26    | 1.96    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.63    | 2.23    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -2.06    | 2.09    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_d0.3 | -  | -  | -3.26    | 2.32    | -      | - | $\log Y = a + b \cdot \log(X1)$               | <i>P. flexuosa</i>   | Ledesma et al., 2010    |
| BH   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 13.371   | 2.234   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.018    | 1.166   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BH   | DW  | ht       | -  | -  | 0.182    | 0.060   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 3.641    | 1.713   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BI   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 2.994    | 1.671   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 153.3075 | -0.4076 | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 64.9092  | 1.0450  | 0.0300 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | POR | Dbe_d1.3 | -  | -  | 57.8171  | 1.9665  | 0.0904 | - | $Y = a \cdot (1 - b \cdot \exp(-c \cdot X1))$ | <i>P. nigra</i>      | de Benitez et al., 2014 |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 74.888   | 2.519   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 66.134   | 2.676   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 69.205   | 2.455   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | Dbe_db   | -  | -  | 15.265   | 2.301   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.04     | 1.740   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.011    | 1.534   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.001    | 2.130   | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BR   | DW  | ht       | -  | -  | 0.002    | 1.84    | -      | - | $\log Y = \log(a) + b \cdot \log(X1)$         | <i>P. glandulosa</i> | Sharifi et al., 1982    |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.1355   | 2.3222  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.0846   | 2.0959  | -      | - | $Y = a \cdot X1^b$                            | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2826   | 1.3679  | 3.0781 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |
| BT   | DW  | Dbe_d1.3 | -  | -  | 0.2462   | 1.2432  | 2.2811 | - | $Y = a \cdot X1^2 - b \cdot X1 + c$           | <i>P. alba</i>       | Atanasio et al., 2017   |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1          | X2 | X3 | a        | b      | c      | d | Modelo                | Especie   | Fuente bibliográfica             |
|------|----|-------------|----|----|----------|--------|--------|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.558    | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.11     | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0039)</i>   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.31     | -1.13  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba (0163)</i>   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 1.43     | -0.48  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. chilensis (0009)</i><br><i>P. glandulosa var rorreyana (0001)</i> | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.74     | -1.310 | -      | - | $Y=a*X1+b$            |   | Felker et al., 1982              |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | -  | -  | -97.9663 | 6.2811 | 0.4963 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$     | <i>P. nigra</i>   | de Benitez et al., 2014          |
| BT   | DW | Dbe_d1.3    | ht | -  | 32.0443  | 0.0545 | -      | - | $Y=a+b*X1*X2$         | <i>P. nigra</i>   | de Benitez et al 2014            |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -175.09  | 18.15  | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -53.75   | 0.48   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.34    | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*X1^2*ht$       | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.4     | 02.07  | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. flexuosa</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -46.16   | 6.87   | -      | - | $Y=a+b*X1$            | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -6.04    | 0.22   | -      | - | $Y=a+b*X1^2$          | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | ht | -  | -4.22    | 0.06   | -      | - | $Y=a+b*(X1^2)*ht$     | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | DW | Dbe_d0.3    | -  | -  | -1.71    | 1.97   | -      | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$ | <i>P. torquata</i>  | Iglesias y Haydée., 2010         |
| BT   | FW | AB_db       | -  | -  | 0.342    | -0.379 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(AB_db)  | -  | -  | 1.29     | -0.882 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 2.58     | -1.02  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BT   | FW | log(Dbe_db) | -  | -  | 11.60    | -1.23  | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |
| BAT  | FW | Dbe_db      | -  | -  | 0.341    | -0.965 | -      | - | $Y=a*X1+b$            | <i>P. alba/ chilensis</i>   | <i>P.</i><br>Felker et al., 1982 |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1     | X2 | X3 | a       | b       | c | d | Modelo                      | Especie                                      | Fuente bibliográfica |
|------|----|--------|----|----|---------|---------|---|---|-----------------------------|--|----------------------|
| BT   | FW | Vc     | -  | -  | 0.00302 | -0.974  | - | - | $Y=a*X1+b$                  | <i>P. alba/ chilensis</i>                    | Felker et al., 1982  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5746  | -1.1029 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2902  | -0.9552 | - | - | $\log y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2380  | -0.9648 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5655  | -1.0535 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B9V18</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5440  | 1.1258  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba x glandulosa Torr.clone B2V50</i> | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.2316  | -0.9142 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone B2V50</i>                   | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.5932  | -1.1323 | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                    | Felker et al., 1989  |
| BAT  | FW | Dbe_db | -  | -  | 2.3680  | 1.0997  | - | - | $\log Y=a*\log(X1)+b$       | <i>P. alba clone 0166</i>                    | Felker et al., 1989  |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 12.43   | 2.283   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                         | Sharifi et al., 1982 |
| BV   | DW | Dbe_db | -  | -  | 13.65   | 2.380   | - | - | $\log Y=\log(a)+b*\log(X1)$ | <i>P. glandulosa</i>                         | Sharifi et al., 1982 |
| BH   | DW | Ac     | -  | -  | 3       | 60      | 4 | - | $Y=a+b*X1+c*X1^2$           | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Ac     | -  | -  | 94      | 136     | - | - | $Y=a+b*X1^2$                | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Ac     | -  | -  | 138     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Ac     | -  | -  | 287     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BST  | DW | Ac     | -  | -  | 220     | -       | - | - | $Y=a*X1^2$                  | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BH   | DW | Vc     | -  | -  | 79      | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFV  | DW | Vc     | -  | -  | 1386    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BFM  | DW | Vc     | -  | -  | 1313    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |
| BAT  | DW | Vc     | -  | -  | 2778    | -       | - | - | $Y=a*X1$                    | <i>P. glandulosa</i>                         | Ludwig et al., 1975  |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.



**Anexo 4.** Continuación.

| Est. | Y  | X1       | X2       | X3 | a      | b     | c    | d | Modelo                            | Especie              | Fuente bibliográfica |
|------|----|----------|----------|----|--------|-------|------|---|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| BST  | DW | Vc       | -        | -  | 2130   | -     | -    | - | $Y=a*X1$                          | <i>P. glandulosa</i> | Ludwig et al., 1975  |
| BF   | DW | Dbc_d1.3 | ht       | -  | -4.32  | -0.07 | 1.20 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X1^2)*X2)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | ht       | DMC_d0.3 | -  | -1.92  | 0.24  | 1.26 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BF   | DW | Dbc_d0.3 | -        | -  | -2.12  | 1.85  | 0    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | ht       | DMC_d1.3 | -  | -7.64  | 0.30  | 1.74 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log((X2^2)*X1)$ | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbc_d1.3 | -        | -  | -6.30  | 3.45  | -    | - | $\log Y=a+b*\log(X1)$             | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |
| BR   | DW | Dbc_d0.3 | -        | -  | -10.32 | -0.08 | 5.34 | - | $\log Y=a+b*X1+c*\log(X1)$        | <i>P. nigra</i>      | Sione et al., 2020   |

(-) Indica ausencia de la variable predictora o de coeficientes de regresión en el modelo.

## **ANEXO 5**

---

**Anexo 5.** Registro fotográfico de individuos con signos de intervención. Individuos A-04, presenta señales de ramas cortadas y apiladas a un costado de este. Individuo B-28, presenta señales de haber sido ramoneado por burros.



