

Crecimiento primario, floración y fructificación de “murta” (*Ugni molinae* Turcz.) en dos cultivos experimentales en Argentina

Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica
Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina, El Bolsón



Tesista: Francisco Neranzi

Director: Dr. Javier Puntieri

Año: 2023

Carrera: Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica

Índice

Índice	2
Resumen	3
Introducción	3
Marco teórico	3
Frutos nativos de la Patagonia	4
Objetivos del trabajo	6
Principal	6
Secundarios	6
Metodología	6
Estudio 1: Cultivo en invernadero en Bariloche	7
Estudio 2: Cultivo experimental en Parque Nacional Lago Puelo	9
Análisis de los datos	10
Resultados	11
Estudio 1: Cultivo en invernadero en Bariloche	11
Estudio 2: Cultivo experimental en Parque Nacional Lago Puelo	16
Discusión	18
Tasa máxima, duración y plasticidad del crecimiento en brotes de murta	18
Variaciones intra-estacionales en las tasas de crecimiento	20
Desarrollo de flores y frutos	21
Conclusiones	22
Bibliografía	23
Apéndice	30
Viaje a Chile	30
Vivero Plangen	30
Agrícola Camicahue	31
Fiesta de la murta en Choshuenco, Panguipulli.	32
Agradecimientos	33

Resumen

La murta (*Ugni molinae* Turcz.) es una planta arbustiva de la familia de las Mirtáceas, conocida por sus aromáticas bayas y sus propiedades benéficas para la salud. Es una especie nativa de zonas templadas de Chile y Argentina, con la mayor parte de su distribución del lado oeste de la cordillera de los Andes. Esta planta tiene alto valor tanto cultural como comercial, lo cual ha promovido el desarrollo de cultivos en Chile. En Argentina se encuentran las únicas accesiones naturales registradas de esta especie en los alrededores de Lago Puelo (Chubut) y los primeros ensayos de su cultivo en El Bolsón y Bariloche (Río Negro). El propósito principal de este trabajo fue evaluar la dinámica de crecimiento primario a lo largo de una estación de crecimiento en plantas cultivadas de origen argentino. En este estudio se describe la tasa de crecimiento, floración y fructificación de 169 plantas de un año en invernadero en Bariloche y de 46 plantas de cuatro años sin cubierta en el Parque Nacional Lago Puelo.

Todas las plantas produjeron nuevas hojas entre mediados de primavera y finales de verano. Para las plantas de un año se registraron variaciones en la duración y en la fecha de tasa máxima de crecimiento. Las plantas de mayor edad son más regulares en la fenología de crecimiento primario y en la formación de flores y cuajado de frutos. La floración se produce entre diciembre y enero y la duración de la antesis es de pocos días. Los niveles de fructificación en plantas fueron notables a cielo abierto y nulas en invernadero. El crecimiento primario de las plantas de murta está condicionado por factores internos y externos, así como por la edad de las plantas. Estos factores determinan en qué período del año se produce la mayor tasa de crecimiento, que suele ocurrir en primavera y verano. Esta especie tiene la capacidad de florecer desde el primer año después del enraizamiento de estacas y para que se formen los frutos es determinante la presencia de agentes polinizadores. Este trabajo aporta evidencia de variaciones en el crecimiento primario, el momento y la duración de la floración, y la maduración de los frutos de la murta, así como su potencial como opción frutícola en la región. El presente contribuye al proceso de domesticación de la murta y sugiere realizar más ensayos con variedades seleccionadas y manejos contrastantes.

Introducción

Marco teórico

El crecimiento primario es el proceso por el cual una planta produce entrenudos, nudos, hojas y flores a partir de meristemas apicales. La periodicidad o fenología del crecimiento primario de una especie está determinada por el genotipo, pero su expresión

es modulada por factores ambientales; además, puede presentar variaciones intra-específicas e intra-individuales de origen ontogenético (Puntieri et al., 1998; Sabatier et al., 2003; Costes et al., 2006). La fenología del crecimiento primario es bien evidente en especies caducifolias, dado que la expansión de hojas revela el inicio de una fase de alargamiento y la senescencia y caída de las hojas el inicio de una fase de reposo (Estiarte & Peñuelas, 2015). En cambio, en especies perennifolias el conocimiento de la fenología demanda estudios detallados debido a que los marcadores morfológicos de las interrupciones del crecimiento pueden ser poco obvios (Barthélémy & Caraglio, 2007). Esta información es fundamental cuando se proyecta incorporar una especie en un agroecosistema, especialmente cuando éste se encuentra ubicado fuera del área de distribución natural de la especie. Si bien la diversificación de los agroecosistemas es muy valorada hoy en día (Lin, 2011; FAO, 2015, 2017), la falta de adecuación de la fenología de una especie a la ventana temporal de condiciones ambientales favorables de la región receptora puede conducir a una merma en rendimiento productivo o a la pérdida del cultivo. Conocer la fenología del crecimiento primario y sus variaciones para una especie permite establecer en qué período del año son mayores sus requerimientos ambientales y cómo responden ante el manejo en sistemas productivos.

Frutos nativos de la Patagonia

La zona noroccidental de la Patagonia es una de las regiones de clima templado con mayor biodiversidad de especies vegetales. En este bioma hay más de 20 especies de plantas con frutos comestibles con historia de consumo por parte de pueblos indígenas y pobladores rurales (de Mösbach, 1992; Rovira et al., 2008; Damascos, 2011). Entre las más importantes se destacan el maqui o quelon (*Aristotelia chilensis*), murta o uñi (*Ugni molinae*), calafate o michay (*Berberis microphylla*), y arrayán o quetri (*Luma apiculata*). Las áreas de distribución natural de estas especies se han reducido y fragmentado a partir de fines del siglo XIX debido a demandas de uso de la tierra con fines productivos o habitacionales (Folchi, 2015). Estas especies de plantas nativas que tienen propiedades beneficiosas para la salud o la nutrición han despertado gran interés hoy en día, sin embargo, su aprovechamiento se basa en la recolección de material de plantas silvestres (Muñoz et al., 2015; Díaz-Forestier et al., 2019). Los habitantes y visitantes de esta región consumen los frutos de algunas de ellas de forma ocasional o los recolectan para su comercialización (Muñoz et al., 2015; Ochoa et al., 2019). Algunas especies frutales nativas de la Patagonia han comenzado a incorporarse recientemente en sistemas productivos agropecuarios, sobre todo en Chile. (Beraud & Tampe Pérez, 2017). Entre las especies productoras de frutos nativos más valoradas en este sentido se encuentra *Ugni molinae* conocida en lengua mapuche como “uñi” y en castellano

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

como “murta” o “murtilla”. Es un arbusto perennifolio de hasta dos metros de altura; El desarrollo arquitectural cambia de un sistema jerárquico a no jerárquico desde los primeros años de crecimiento y los brotes anuales tienen un alargamiento estacional y pueden ramificarse (Guenuleo et al., 2020); Las hojas son ovadas a lanceoladas, de color verde oscuro y poseen glándulas aromáticas. Sus flores son blancas, rosadas o purpúreas, con forma de campana y con numerosos estambres inclusos. Los frutos (**Fig. 1**) son bayas comestibles bien jugosas, redondas, oscuras, de color rojo o rosado, de sabor dulce y muy fragantes. Estos frutos se utilizan en gastronomía para preparar jugos, mermeladas, helados, licores y otros productos. Esta especie es valorada cultural y comercialmente como fuente de alimento y por sus propiedades bioactivas asociadas a altos contenidos de compuestos fenólicos, proantocianidinas, flavonoides y carotenoides de sus frutos y hojas (Seguel et al., 1999, 2000, 2009; Suwalsky et al., 2006; Delporte et al., 2007; Águila Chacón & Nahuelhual Muñoz, 2008; Avello et al., 2009; Augusto et al., 2014; Junqueira-Goncalves et al., 2015; López et al., 2018; Arancibia Radich et al., 2019; Fredes et al., 2020; Espinoza-Tellez et al., 2021; Gómez-Pérez et al., 2022; Ordoñez et al., 2022; López et al., 2023). Desde hace siglos, los frutos de murta son consumidos



Figura 1: *Ugni molinae* en el Parque Nacional Lago Puelo

por el pueblo mapuche y por otros pobladores rurales de Chile, donde se encuentra gran parte de su área de distribución natural (Landrum, 1988; de Mösbach, 1992; Muñoz et al., 2015). Se ha generado información detallada para su propagación tanto en Chile (Seguel et al., 2009; Doll et al., 2012) como en Australia (Forbes-Smith, 2006), pero hay pocos datos publicados acerca de la fenología de su crecimiento primario (Smith-Ramírez et al., 1998; Seguel et al., 1999). La distribución de la murta en Argentina está limitada a la cuenca del Lago Puelo y sus alrededores (mayormente en el Parque Nacional Lago Puelo, PNLP) y su aprovechamiento en zonas rurales es escaso (Ochoa et al., 2019). Con el fin de promover el cultivo de *U. molinae* en Argentina, llevamos adelante un proyecto de investigación en la UNRN (PI 40-B-663) del cual ha derivado información referida a sus características morfo-arquitecturales y fenológicas básicas y a su multiplicación. Los primeros resultados de ese proyecto evidenciaron la alta factibilidad de multiplicación con la generación en pocos años de individuos bien ramificados y productores de frutos (Guenuleo et al., 2020).

En ese proyecto se dio inicio al cultivo experimental de murta tanto fuera como dentro de su área de distribución natural en Argentina. En mayo del año 2018, se plantaron 52 ejemplares en la Intendencia del PNLP, obtenidas en los ensayos anteriores. En invierno

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

del mismo año se realizaron expediciones en búsqueda de material vegetal en los alrededores de Lago Puelo con el fin de evaluar la multiplicación por estacas y evaluar su desarrollo en un jardín común en invernadero en el vivero de la Universidad Nacional de Río Negro en San Carlos de Bariloche (**Fig. 2**). El presente trabajo se encarga de evaluar el desarrollo de ambos cultivos en el período 2019-2020.

Objetivos del trabajo

Principal

Evaluar la fenología del crecimiento primario, los tiempos de antesis y de maduración de frutos en plantas cultivadas de *U. molinae* de procedencias del noroeste de Chubut, Argentina.

Secundarios

- Determinar en qué medida puede ser afectada la dinámica de crecimiento, floración y fructificación de plantas de *U. molinae* al establecerlas fuera de su área de distribución natural en condiciones controladas en invernadero.
- Describir la tasa de crecimiento por tipo de brote y los tiempos de producción de flores y frutos en plantas de *U. molinae* de cuatro años plantadas sin cubierta en su área de distribución natural.

Metodología

La información se obtuvo de dos fuentes principales en el mismo período de tiempo entre octubre de 2019 y abril de 2020. En primer lugar, se realizó seguimiento de plantas de un año de tres procedencias, establecidas en macetas en el invernadero de la UNRN en San Carlos de Bariloche y se analizó la fenología en un jardín común (estudio 1). Por otro lado, se tomaron registros de fenología en plantas de 4 años cultivadas en tierra y sin cubierta en la intendencia del PNLP (estudio 2). De esta manera se abarcaron los dos únicos cultivos y diferentes fases ontogenéticas. Además, se aplicó una metodología común para estandarizar las mediciones en estos ensayos y en experimentos futuros con la especie.

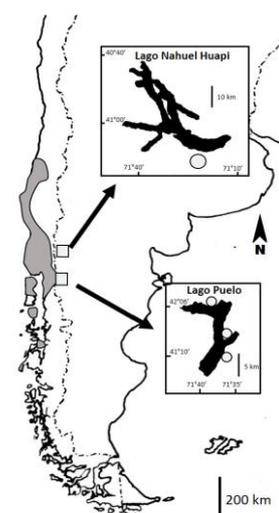


Figura 2: Distribución natural de *Ugni molinae* (área en gris, modificado de Landrum, 1988). Cuadrados: Lagos Puelo y Nahuel Huapi. Círculos: Invernadero en Bariloche y sitios donde se obtuvieron los esquejes: de norte a sur, PS, CM y CD.

Estudio 1: Cultivo en invernadero en Bariloche

En invierno de 2018 se cortaron ramas vigorosas derivadas de la base de plantas de *U. molinae* de tres procedencias ubicadas dentro de su área natural de distribución en Argentina. Estas poblaciones se encuentran en el Cordón Derrumbe (**Fig. 3**) (; 42° 09' 56.66" S, 71° 36' 00.26" O, 354 m.s.n.m.), en la base del cerro Currumahuida (**Fig. 4**) (CM; 42° 09' 19.26" S, 71° 36' 40.23" O, 286 m.s.n.m.) y en proximidades del Puerto Silva, sobre la costa Norte del Lago Puelo (PS; 42° 13' 07.61" S, 71° 41' 11.03" O, 198 m.s.n.m.). A partir de reiteraciones totales con capacidad de desarrollar una planta se prepararon estacas de aproximadamente 5 cm cada una, conservando al menos tres nudos y se plantaron en bandejas de germinación (**Fig. 5**) y bandeja sin tubetes (**Fig. 6**) en sustrato compuesto de turba y perlita en partes iguales.



Figura 3: Cordón Derrumbe (CD)



Figura 4: Cerro Currumahuida (CM)



Figura 6: Estacas en bandeja sin tubete



Figura 5: Estacas de murta en bandeja de germinación 5x5

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
 Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

Estas estacas se incubaron y enraizaron en una mesada en invernadero en el vivero de la Universidad Nacional de Río Negro, situado en Bariloche. (Río Negro, Argentina; 41° 07' 37.15" S, 71° 25' 30.10" O, 825 msnm). El porcentaje de enraizamiento fue de 50,5%. Se obtuvieron un total de 169 plantas; 98 plantas de CD, 41 de PS y 30 de CM. Las nuevas plantas (**Fig. 7**) fueron establecidas en un invernadero no calefaccionado en macetas de tres litros conteniendo una mezcla de turba, perlita y compost de biosólidos de la Cooperativa de Electricidad Bariloche Ltda. (CEB) en iguales proporciones (**Fig. 8**). Quincenalmente se aplicó fertilizante orgánico Chase® (8% N, 1,4% P, 4% K, 0,8%). El riego fue aportado por micro-aspersión periódica, en dos turnos diarios de ocho minutos.

Al finalizar la estación de crecimiento 2018-2019 se marcó con una cinta plástica, en cada planta, el brote que había exhibido mayor crecimiento primario en ese período. A partir del 24 de octubre de 2019 se comenzaron a registrar semanalmente los nuevos nudos desarrollados a partir de la yema apical de cada uno de los brotes marcados y los números de flores abiertas (en anthesis) en cada planta (**Fig. 9**). Una flor fue calificada como “abierta” cuando sus cinco pétalos se encontraban desplegados, dejando visibles al estigma y a los estambres. Los registros de datos se detuvieron en abril de 2020, luego de tres semanas consecutivas sin producción de nuevos nudos en ninguna de las plantas y también debido al comienzo de aislamiento por la pandemia de Covid-19. Finalmente se realizaron marcaciones de hojas distales de los brotes medidos para contar la producción de nudos en el tiempo que no se pudo registrar.



Figura 7: Estaca con raíces



Figura 8: murtas estudio 1

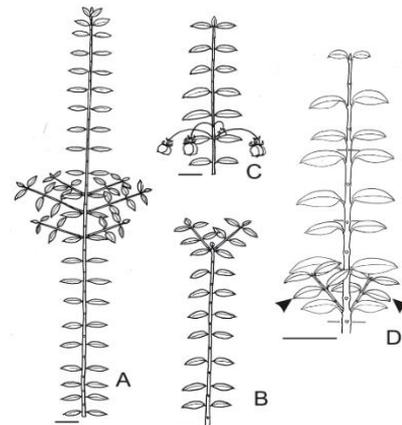


Figura 9: Brotes anuales de murta (extraído de Guenuleo et. al., 2020).

- A: brote con ramificación inmediata y mesótoma.
- B: brote con ramificación diferida en menos de un año.
- C: brote que desarrolló flores durante su alargamiento.
- D: brote de tres años con ramificación diferida en más de un año (flechas); Las líneas horizontales indican límites entre dos brotes anuales sucesivos. Escalas= 2 cm.

Estudio 2: Cultivo experimental en Parque Nacional Lago Puelo



Figura 10: Cultivo experimental en la intendencia de PNLP

Esta evaluación abarcó a 46 plantas de murta de cuatro años (**Fig. 10**) establecidas en el PNLP en 2018, a menos de 1,5 km al E de la población silvestre más próxima. Estas plantas (**Fig. 11**), de entre 20 y 70 cm de altura y entre 30 y 50 cm de ancho de copa, habían derivado de estacas y semillas obtenidas en 2015 a partir de plantas del PNLP (sin relación con las procedencias del estudio 1), y fueron plantadas en 2018 en una superficie de 60 m² (42° 05' 21.06" S, 71° 37' 05.97" O, 202 m.s.n.m.), en sustrato compuesto de una mezcla de arena y compost de biosólidos (CEB), enriquecida con una dosis de 500 g de Biobloemen® (5% N, 5% P, 5%K). Este cultivo recibió riego por goteo y se aplicó desmalezamiento manual periódicamente. Se verificó el momento de inicio del crecimiento primario mediante observaciones semanales a partir de septiembre de 2019 (es decir, en el inicio del quinto período de crecimiento de esas plantas).

En la primera semana de octubre de 2019, cuando se observaron los primeros indicios de brotación,



Figura 11: Planta de murta de cuatro años

dos de los brotes codominantes de mayor tamaño desarrollados por cada planta en la estación de crecimiento 2018-2019 fueron marcados con cintas plásticas. Estos brotes fueron: “Brote alto”, en adelante BA (aquel que se encontraba a mayor altura) y “Brote largo”, en adelante BL (el brote que había alcanzado mayor longitud). Sólo en dos plantas el brote más alto fue también el de mayor longitud; en una de ellas ese brote fue considerado BA y en la restante BL. La selección de estos dos brotes por planta se relaciona con el hecho de que los brotes de mayor tamaño en plantas que han alcanzado la fase de desarrollo adulta pueden derivar de ejes vigorosos basales o del eje que ha alcanzado mayor altura (Guenuleo et al., 2020). Por esta razón, el vigor de crecimiento de una planta puede estar mejor referenciado por los brotes basales que por los brotes superiores. Ante esta posibilidad, se decidió registrar los crecimientos de ambos brotes. Cada dos o tres semanas se registraron el número de nudos desarrollados a partir de la yema apical de cada uno de los brotes marcados y los números de flores y frutos presentes en cada planta. Al igual que en el estudio 1 se consignó, en cada fecha de medición, el número de flores abiertas (en anthesis) por planta. Las observaciones periódicas se mantuvieron hasta el 31 de marzo de 2020, cuando ya no se observaron cambios en las producciones de nudos de los brotes marcados ni en el inicio de la maduración de nuevos frutos. Se registró el momento de inicio de la maduración de los frutos (cuajado) en base a su coloración, que vira de verde a castaño. Dado que en esta especie los frutos maduros pueden exhibir importantes variaciones de color (entre rosa pálido y rojo oscuro o morado), para determinar el momento de plena maduración se combinaron las percepciones visual, aromática y gustativa.

Análisis de los datos

Para cada uno de los brotes marcados de las plantas de los estudios 1 y 2, se evaluó la tasa diaria de producción nudos relativa al número de nudos inicial (TPN) mediante la ecuación: $TPN_{1-0} = (n_1 - n_0) / (n_0 * t_{1-0})$, (modificada de Květ et al., 1971) donde n_0 y n_1 son los números de nudos de un brote registrados en los tiempos 0 y 1 respectivamente, y t_{1-0} es el número de días transcurrido entre los dos registros. El valor más elevado de TPN de cada planta fue designado TPN máxima (TPNmax). Para cada planta se determinó la duración del crecimiento estacional de los brotes medidos (período entre el inicio de la brotación y el último registro con $TPN > 0$). Los datos de las plantas del estudio 1 fueron agrupados de acuerdo con los patrones generales de las curvas de variación en el tiempo de TPN, siguiendo los ejemplos de trabajos previos (Puntieri et al., 1998, 2018). Las proporciones de brotes de cada procedencia (CD, PS y CM) que se desarrollaron de acuerdo con cada uno de los patrones identificados fueron comparadas mediante

una prueba de Chi-cuadrado. La TPNmax, la duración del crecimiento y el número de nudos de los brotes medidos fueron comparados entre procedencias y entre grupos mediante pruebas no-paramétricas de Kruskal-Wallis; las desviaciones de las distribuciones de estas variables respecto de la normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y sus variancias heterogéneas (prueba de Bartlett), aún después de aplicar transformaciones, impidieron el empleo de pruebas estadísticas paramétricas (Sokal & Rohlf, 1981). Para el estudio 2, el número de nudos desarrollados por brote se distribuyó normalmente y las variancias fueron similares para BA y BL, por lo cual esa variable se comparó mediante análisis de variancia de una vía y mediante análisis de covariancia (ANCOVA) en el cual se incluyó el tipo de brote (BA y BL) como factor fijo y la TPNmax como covariable. En todas las comparaciones se aplicó un nivel de significación del 5%. Para ambos estudios y para cada una de las fechas de registro, se documentaron los números de plantas con producción de hojas nuevas en sus brotes (TPN>0) y los porcentajes de plantas con flores en antesis en cada una de las fechas de registro.

Resultados

Estudio 1: Cultivo en invernadero en Bariloche

En base a las curvas de variación de la TPN se definieron tres grupos de brotes según el patrón de TPNmax (GTPN; **Fig. 12 A-C**):

- GTPN 1: TPNmax al inicio del período de medición sin que los valores posteriores de TPN alcanzaran la mitad de la TPNmax.
- GTPN 2: TPNmax registrada al inicio del período de medición, pero con valores posteriores mayores a la mitad de la TPNmax.
- GTPN 3: TPN inicial baja y la TPNmax registrada luego de transcurridas varias semanas de baja TPN.

Para todos los brotes, la TPN descendió al final del mes de diciembre, luego de transcurridas nueve semanas desde el primer registro de datos. Los números de plantas de cada procedencia correspondientes a los GTPN 1, 2 y 3 respectivamente fueron los siguientes:

- CD: 30, 48 y 20 plantas
- PS: 14, 15 y 12 plantas
- CM: 10, 15 y 5 plantas

Las proporciones de brotes correspondientes a cada GTPN fueron similares para las tres procedencias ($\chi^2 = 2,7$; $p > 0,1$).

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
 Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

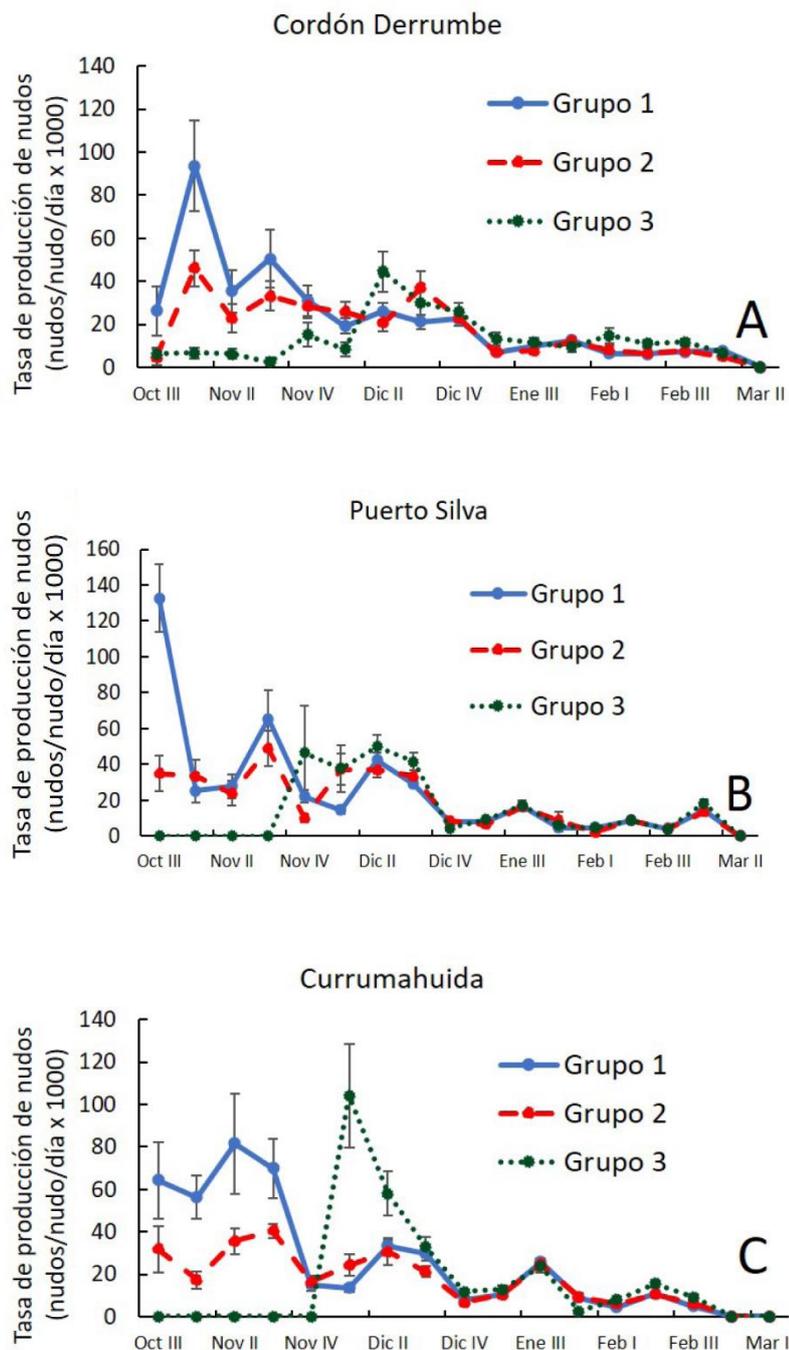


Figura 12: Variación a lo largo de la estación de crecimiento de la tasa relativa de producción de nudos (TPN; media ± 1 error estándar) para plantas desarrolladas en invernadero derivadas de estacas a partir de ramas obtenidas en los sitios Cordón Derrumbe (A), Puerto Silva (B) y Currumahuida (C). En el eje de abscisas se indican mes y número de semana del mes (I, II, III, IV). En A, B y C se diferencian las plantas con tres patrones diferentes de variación de la tasa de producción de nudos (Grupos 1, 2 y 3).

La TPNmax varió de forma significativa entre GTPN (prueba de Kruskal-Wallis, $H = 51,4$; $p < 0,001$). La mediana de la TPNmax fue mayor para los brotes del GTPN 1 (0,14 nudos/nudo/día) que para los brotes de los GTPN 2 y 3 (0,08 nudos/nudo/día en ambos GTPN). La mayoría de los brotes de las tres procedencias y de los tres GTPN se

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
 Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

encontraban en crecimiento en los períodos entre la segunda mitad de diciembre y la primera de enero, y entre la segunda mitad de febrero y la primera de marzo (**Fig. 13 A-C**). Entre esos dos períodos (segunda mitad de enero a primera de febrero) la mayoría de los brotes no produjeron hojas nuevas.

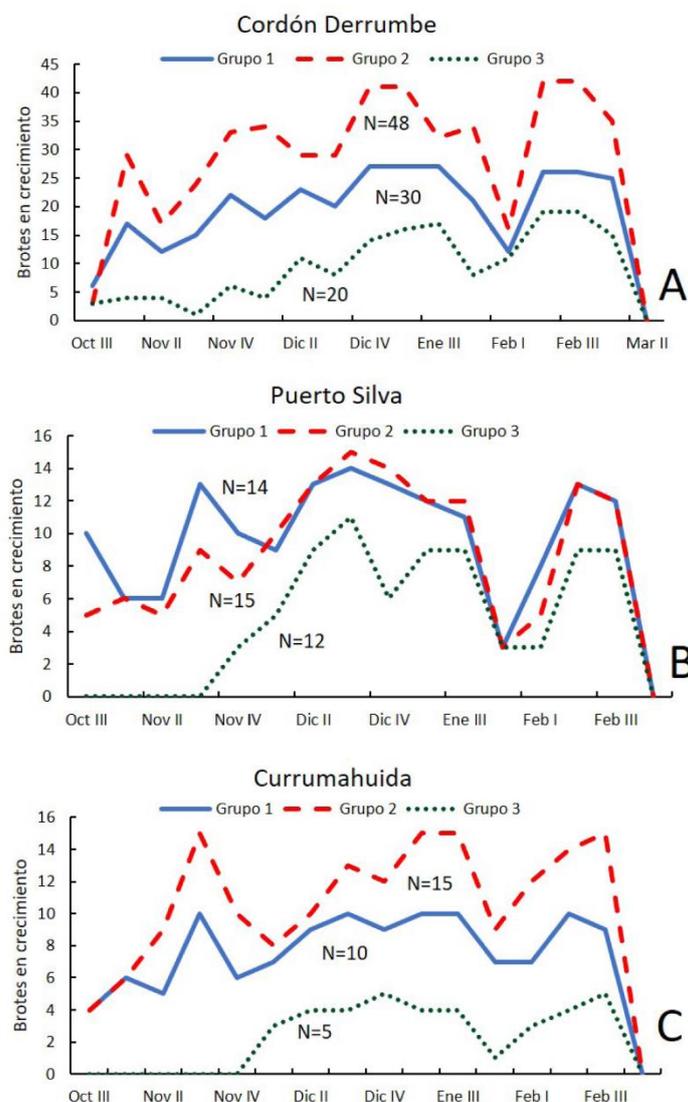


Figura 13: Variaciones en el número de brotes en crecimiento a lo largo del período de estudio para plantas desarrolladas en invernadero derivadas de estacas a partir de ramas obtenidas en los sitios Cordón Derrumbe (A), Puerto Silva (B) y Currumahuida (C). En el eje de abscisas se indican mes y número de semana del mes (I, II, III, IV). En A, B y C se diferencian las plantas con tres patrones diferentes de variación de la tasa de producción de nudos (Grupos 1, 2 y 3). Se indican los números de brotes correspondientes a cada línea (N).

La duración del crecimiento (**Fig. 14**) fue menor para los brotes del GTPN 3 que para los de GTPN 1 y 2 ($H = 47,1$; $p 0,1$).

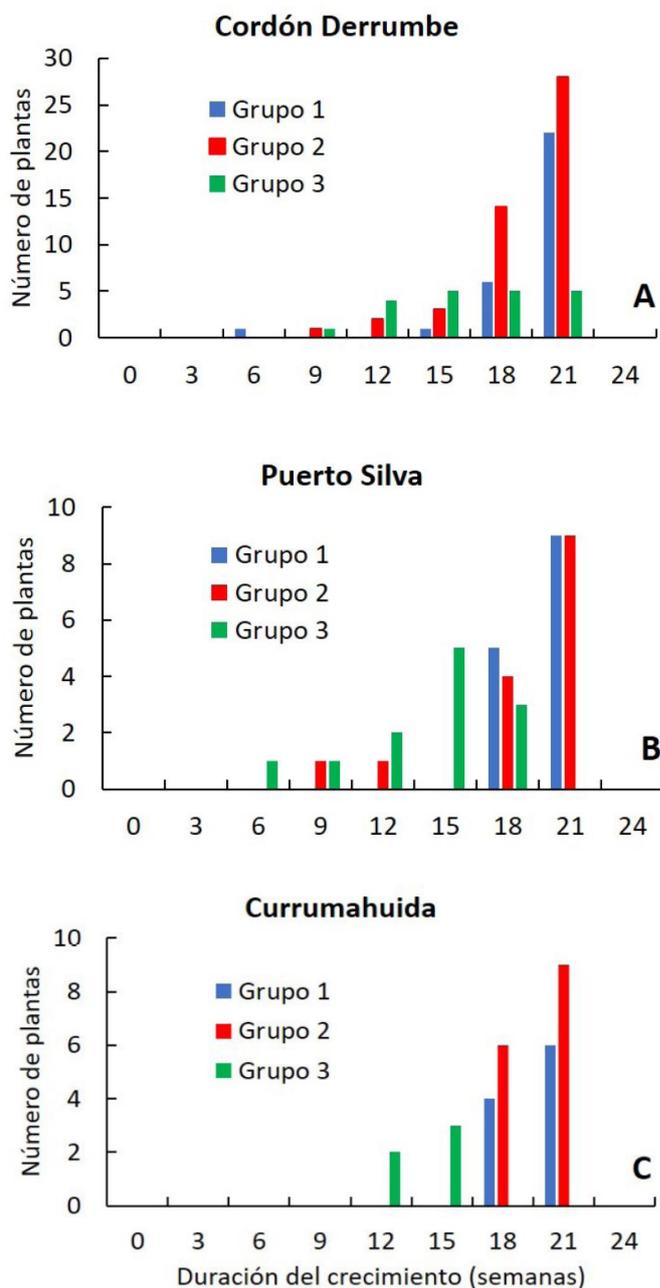


Figura 14: Distribuciones de frecuencias de las duraciones del crecimiento de los brotes de plantas de *Ugni molinae* desarrolladas en invernadero derivadas de estacas de los sitios Cordón Derrumbe (A), Puerto Silva (B) y Currumahuida (C). En A, B y C se diferencian las plantas con tres patrones diferentes de variación de la tasa de producción de nudos (Grupos 1, 2 y 3).

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
 Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

El número de nudos desarrollados al final de la estación de crecimiento (**Fig. 15**) difirió entre GTPN ($H = 28,8$; $p < 0,001$): la mediana fue mayor para GTPN 1, 19 nudos, que para GTPN 2, 18 nudos, y GTPN 3, 14 nudos. También se registraron diferencias en número de nudos entre procedencias ($H = 11,9$; $p < 0,01$): la mediana fue mayor para la procedencia CM, 19 nudos, que para PS y CD, 17 nudos en ambos casos. Para las tres procedencias se verificó una relación positiva entre el número de nudos desarrollados por un brote y la duración de su alargamiento, aunque con importante dispersión, especialmente para valores de duración elevados (**Fig. 16**).

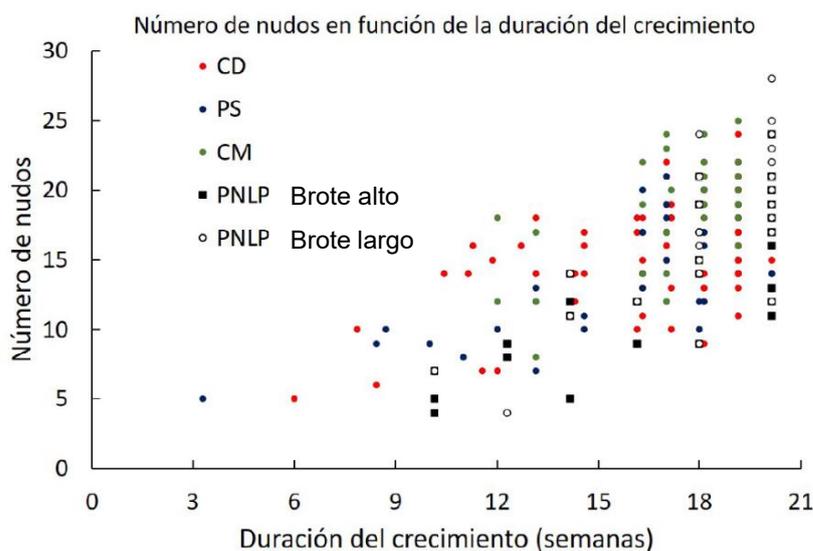


Figura 15: Brote anual y nudos en una planta de murta

Figura 16: Relación entre el número de nudos desarrollados y la duración del período de crecimiento por brote para las plantas derivadas de estacas de los sitios Cordón Derrumbe (CD), Puerto Silva (PS) y Currumahuida (CM), y para las plantas desarrolladas en el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP, diferenciando BL y BA).

La floración de las plantas en este estudio se registró entre los meses de noviembre y diciembre. El porcentaje de plantas que desarrollaron flores fue del 26,5% para la población CD y del 36,6% para la población PS. Ninguna de las plantas de la población CM floreció durante el estudio. La proporción de plantas que florecieron fue menor para GTPN 3 que para GTPN 1 y 2 ($\chi^2 = 8,43$, $p < 0,05$). En ninguna de las plantas de este estudio se completó el desarrollo de frutos debido a la caída de las flores luego de la antesis.

Estudio 2: Cultivo experimental en Parque Nacional Lago Puelo

La TPNmax se registró dentro de los primeros dos meses y medio de alargamiento de brotes (entre noviembre y enero) tanto en BA como en BL (**Fig. 17 y 18**).

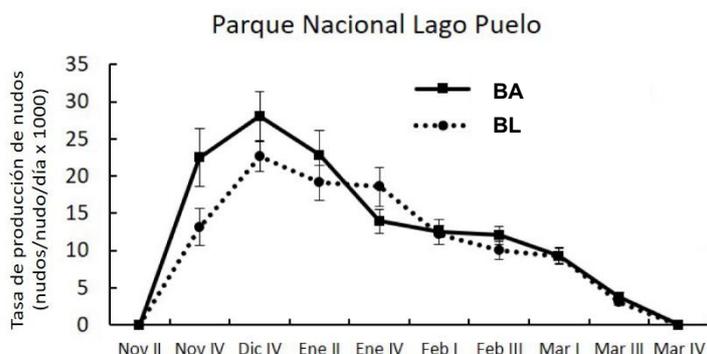


Figura 17: Brote anual de murta de cuatro años

Figura 18: Variación a lo largo de la estación de crecimiento de la tasa relativa de producción de nudos (TPN; media \pm 1 error estándar) para plantas desarrolladas a cielo abierto en el Parque Nacional Lago Puelo. En el eje de abscisas se indican mes y número de semana del mes (I, II, III, IV). En la gráfica se diferencian los brotes correspondientes a los ejes ubicados a mayor altura en las plantas y los brotes de los ejes de mayor tamaño.

La comparación de TPNmax entre BA y BL con la prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas (BA > BL; $H = 7,9$, $p < 0,05$). Para la mayoría de los brotes no se detectaron períodos intermedios de interrupción del alargamiento (**Fig. 19**).

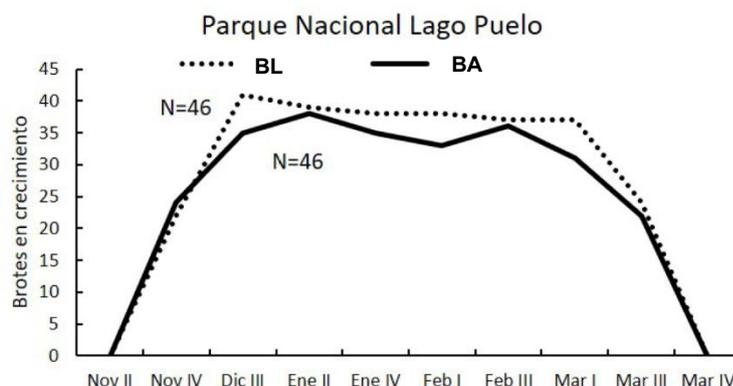


Figura 19: Variaciones en el número de brotes en crecimiento a lo largo del período de estudio para plantas desarrolladas a cielo abierto en el Parque Nacional Lago Puelo. En el eje de abscisas se indican mes y número de semana del mes (I, II, III, IV). Se diferencian los brotes correspondientes a los ejes ubicados a mayor altura en las plantas y los brotes de los ejes de mayor tamaño. Se indican los números de brotes correspondientes a cada línea (N).

El crecimiento primario de los brotes marcados se produjo a lo largo de un período máximo de 20 semanas; algunos brotes completaron su alargamiento en alrededor de 12 semanas (**Fig. 20**).

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
 Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

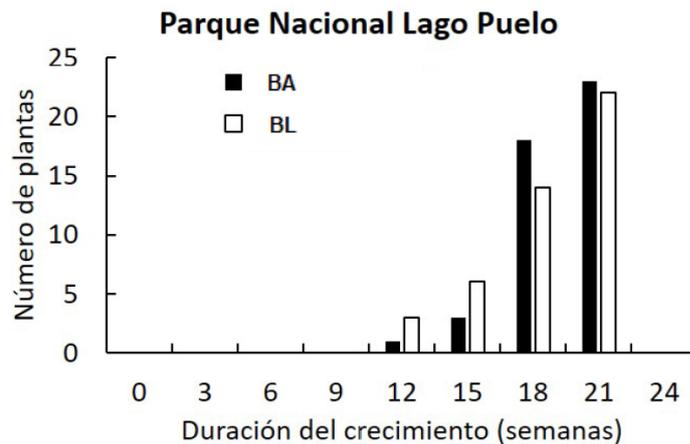


Figura 20: Distribuciones de frecuencias de las duraciones del crecimiento de los brotes de plantas de *Ugni molinae* desarrolladas a cielo abierto en el Parque Nacional Lago Puelo. Se diferencian los brotes correspondientes a los ejes ubicados a mayor altura en las plantas y los brotes de los ejes de mayor tamaño.

El promedio de número de nudos desarrollados por los brotes marcados fue semejante en BL y BA (medias de 17,4 y 15,4 nudos, respectivamente; $F = 3,5$; $p > 0,05$). Mediante ANCOVA se determinó que el número de nudos totales desarrollados por brote no dependió de la TPNmax ($F = 1,9$; $p > 0,1$), pero sí del tipo de brote considerado ($F = 4,9$; $p < 0,05$); para igual TPNmax, los BA desarrollaron mayor número de nudos al final de la estación de crecimiento que los BL. La duración del crecimiento fue similar para los BL (mediana = 18 semanas) que para los BA (20 semanas; $H = 0,45$; $p > 0,05$). El número de nudos de un brote se relacionó positivamente con la duración de su crecimiento. Para esta población se registraron flores en antesis (**Fig. 21**) entre los meses de diciembre y enero (**Fig. 22**).

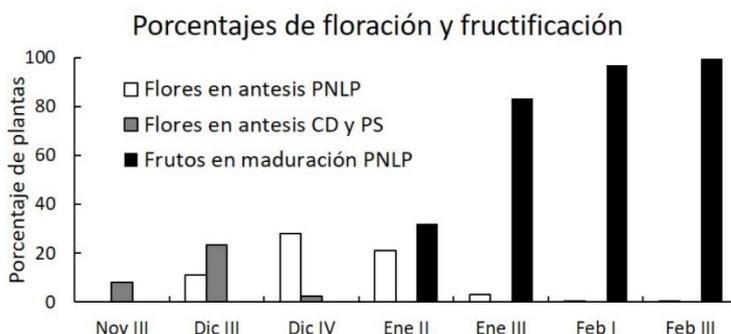


Figura 21: Flor de murta en antesis

Figura 22: Variaciones a lo largo de la estación de crecimiento de los porcentajes de plantas con flores en antesis en el PNL P y en invernadero (procedencias Cordón Derrumbe, CD, y Puerto Silva, PS), y de los porcentajes de plantas con frutos en desarrollo en el PNL P.

En cada momento de observación los números de flores en antesis fueron bajos en relación con los números totales de estructuras reproductivas en desarrollo, lo cual determinó que los porcentajes de plantas con flores en antesis fueran también bajos (< 30%) pese a que todas las plantas desarrollaron flores y frutos.

Los frutos (**Fig. 23**) comenzaron a tomar el color indicativo del inicio de la maduración en el mes de enero, y alcanzaron el color, el aroma y el gusto que indican maduración plena en el mes de febrero (entre tres y cuatro meses luego del inicio de la brotación). Se cosecharon frutos maduros entre uno y dos meses después del inicio de la coloración de los frutos. La mayoría de las plantas desarrollaron entre 100 y 300 frutos, en concordancia con las sumas de flores registradas (**Fig. 24**).

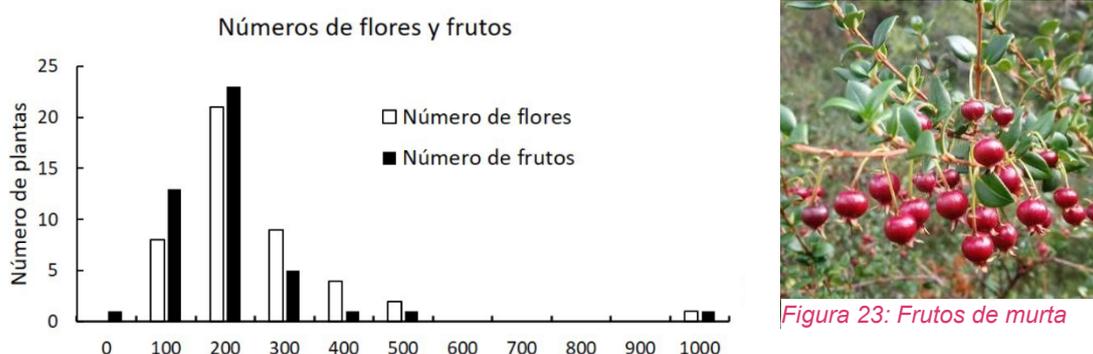


Figura 24: Distribuciones de frecuencias de los números totales de flores y de frutos por planta en el PNLP.

Discusión

Tasa máxima, duración y plasticidad del crecimiento en brotes de murta

En este trabajo se evaluaron la fenología y el patrón de crecimiento primario para plantas de murta de dos edades, desarrolladas por uno y cuatro años (luego de su propagación), las primeras en invernadero en Bariloche y las segundas, a cielo abierto en proximidades de las poblaciones naturales de esta especie en PNLP. En las plantas de ambas edades y condiciones, el crecimiento de sus brotes transcurrió entre fines de octubre y marzo, y se extendió aproximadamente por 20 semanas. Tanto la fenología como la duración del crecimiento registradas aquí para *U. molinae* son comparables, en términos generales, con las obtenidas para brotes vigorosos de otras especies leñosas de Patagonia (Puntieri et al., 1998, 2018; Salgado et al., 2020). Se destaca como diferencia notable entre las plantas de *U. molinae* de las dos edades la variabilidad en el patrón de crecimiento primario. Entre las plantas de un año dicha variabilidad fue alta debido a las diferencias (dentro de cada procedencia de plantas) en cuanto al momento en que la tasa de producción de nudos alcanzó su valor máximo. La mayoría de los brotes de las plantas de un año presentaron la tasa máxima de producción de nudos al inicio de la estación de crecimiento, seguida por un descenso en el crecimiento (GTPN 1 y 2). Los brotes que tuvieron un máximo tardío de producción de nudos (GTPN 3) se diferenciaron de los demás por un retraso de aproximadamente un mes en el inicio de la brotación. Por otro lado, el crecimiento de los brotes de las plantas de cuatro años

desarrolladas en el PNLP presentó siempre una tasa máxima temprana, que fue menor que la registrada en las plantas de un año. En las plantas de cuatro años, los brotes ubicados a mayor altura y los derivados del eje más vigoroso de la planta (en general no localizado en el ápice de la copa), se asemejaron en sus patrones de crecimiento a los brotes de los GTPN 1 y 2, respectivamente, de las plantas de un año, aunque presentaron tasas de crecimiento menores que la de estos últimos. Los brotes vigorosos no apicales compensaron la menor tasa de crecimiento máxima con un menor descenso de la tasa de crecimiento luego de alcanzado ese máximo. Independientemente de la edad de las plantas y del momento en que ocurre la tasa máxima de crecimiento, los brotes de *U. molinae* pueden continuar produciendo nuevas hojas durante la segunda mitad del verano, aunque con tasas de producción relativamente bajas. Dicha producción de hojas prolonga la duración del crecimiento e incide significativamente en el tamaño de los brotes al final de su alargamiento. Los menores niveles de variación en la producción de nudos y las menores tasas máximas de producción de nudos en las plantas de cuatro años desarrolladas en el PNLP en relación con las plantas de un año podrían relacionarse con la fase ontogenética más regular y avanzada de las primeras. Es frecuente que las plantas en instancias más avanzadas de su ontogenia expresen menor variabilidad en la estructura de sus brotes (Barthélémy & Caraglio, 2007). Las plantas de un año podrían mostrar variaciones ontogenéticas debido a que sus estacas provienen de plantas con diferentes edades y condiciones ambientales. Estas variaciones se reducirían con el tiempo si las plantas crecen bajo condiciones similares. Para la mayoría de las especies patagónicas estudiadas hasta el momento se observaron, aún para ejemplares juveniles, altos niveles de homogeneidad intraespecífica en cuanto a los tiempos de brotación estacional y de tasa máxima de alargamiento (Puntieri et al., 1998, 2018; Stecconi et al., 2000, 2017; Salgado et al., 2020), en tanto que para pocas especies (*Schinus patagonica* y *Maytenus boaria*) se registraron variaciones notables en el tiempo de inicio de la brotación y en el período de ocurrencia de la tasa máxima de producción de hojas (Salgado et al., 2020). Las variaciones fenológicas a niveles intrapoblacional y/o intra-individual revelan diferencias funcionales entre ejes que inciden en la arquitectura de las plantas (Costes et al., 2006) y que pueden resultar beneficiosas ante cambios imprevisibles en las condiciones ambientales. Por ejemplo, aquellos ejes en los cuales se demora la expansión de las hojas podrían evitar la exposición a heladas tardías, en tanto que aquellos ejes cuyos crecimientos primarios finalizan tempranamente tendrían un tiempo de rustificación más prolongado antes de las heladas de otoño. La plasticidad en términos de producción de órganos les permite a las plantas enfrentar condiciones ambientales sub-óptimas (Henn

et al., 2018; Pfennigwerth et al., 2017), e incrementa las probabilidades de aclimatación de una especie a sitios ubicados fuera del área de distribución natural. Si bien todas las plantas utilizadas en este estudio derivaron de estacas producidas a partir de ramas obtenidas de varias poblaciones naturales, los resultados indican que el desarrollo a lo largo de cuatro años desde el enraizamiento sería suficiente para que las plantas de *U. molinae* alcanzaran la instancia de desarrollo no jerárquico, en el cual el sistema de ramas se compone de ejes orientados verticalmente y con brotes de tamaños similares (Guenuleo et al., 2020). En esta fase de desarrollo la floración se presenta en toda la copa, tanto en ramas largas como en ramas cortas, y se inicia la formación de brotes vigorosos derivados de yemas cercanas al suelo o subterráneas (derivadas de rizomas; Guenuleo et al., 2020). Además, estas reiteraciones totales tienen la capacidad de desarrollar plantas completas enraizadas con gran potencial de crecimiento. Dada la densidad de ramificación basal que se produce en esta instancia del desarrollo de *U. molinae*, sería pertinente el raleo de ramas vigorosas basales para favorecer el acceso de los polinizadores a las flores y a la cosecha de los frutos, con miras al cultivo de esta especie con fines frutícolas. Las podas basales de ejemplares con características deseables pueden ser aprovechadas para multiplicarlos por medio de estacas.

Variaciones intra-estacionales en las tasas de crecimiento

Uno de los factores que pueden incidir en las variaciones en la tasa de crecimiento de un brote es el número de primordios que conforman la yema que precede a ese brote, es decir, el nivel de preformación (Barthélémy & Caraglio, 2007). Altos niveles de preformación determinan el alargamiento simultáneo de mayor número de órganos, lo cual se traduce en altas tasas de crecimiento al producirse la brotación de primavera (Puntieri et al., 1998). Por otro lado, el hecho de que la tasa máxima de producción de hojas ocurra en etapas más avanzadas de la estación de crecimiento indica la prevalencia de neoformación de órganos sobre la preformación (Guédon et al., 2006). Para algunas especies es sabido que las variaciones en el número de hojas preformadas en las yemas de invierno se relacionan con las fases ontogenéticas en las que se encuentran una planta y los ejes que la componen (Puntieri et al., 2000, 2007; Souza et al., 2000; Sabatier et al., 2003). Es decir que las variaciones en la dinámica de producción de hojas de los brotes de *U. molinae* podrían evidenciar, además de las diferencias en la pre y neoformación, diferencias ontogenéticas entre los brotes medidos. La producción de hojas en las plantas de *U. molinae* de un año descendió notablemente entre fines de enero y principios de febrero, y ascendió a mediados de febrero (**Fig. 13**). Los descensos estivales en la producción de hojas han sido mencionados para otras especies leñosas de la Patagonia andina de Argentina (Puntieri

et al., 1998; Stecconi et al., 2000; Sosa & Puntieri, 2016; Salgado et al., 2020) y, si bien se los podría vincular con factores ambientales (altas temperaturas y/o baja disponibilidad de agua), hasta el momento no se han encontrado evidencias contundentes en ese sentido. En *U. molinae*, el descenso estival en la tasa de crecimiento puede reconocerse a posteriori por la presencia de un par de hojas que, aunque tienen el contorno y la consistencia de nomofilos, son más pequeñas que las hojas previas y las hojas subsiguientes (J. Puntieri, obs. pers.). Este patrón de crecimiento primario se asemeja al crecimiento calificado como “bicíclico” que se observa en especies de los géneros *Cedrus*, *Juglans*, *Pinus* y *Quercus*, entre otros, aunque en esos casos el biciclismo implica una detención más prolongada entre picos de alargamiento y mayor nivel de diferenciación foliar entre los dos pulsos, por la formación de catafilos que cubren la yema terminal entre los pulsos (Sabatier et al., 2003; Cline & Harrington, 2007).

Desarrollo de flores y frutos

El aporte principal de este trabajo en cuanto a la floración y la fructificación de la murta procede de las plantas desarrolladas en el PNL, la mayoría de las cuales desarrollaron estructuras reproductivas en sus estaciones de crecimiento cuarta y quinta luego de su plantación definitiva. El período de floración registrado aquí comprendió, principalmente, los meses de diciembre y enero, en concordancia con la información disponible para Chile (Smith-Ramírez et al., 1998; Nissen et al., 2010). Los primordios florales en *U. molinae* derivan de los primeros nudos desarrollados durante el alargamiento de un brote y continúan formándose a partir de nudos subsiguientes del mismo brote, lo cual determina cierto grado de amplitud fenológica en la floración de cada planta e incluso de un mismo brote (Guenuleo et al., 2020), tal como ocurre en *Luma apiculata*, otra especie de Myrtaceae de Patagonia (Puntieri et al., 2018). Por otro lado, los bajos porcentajes de plantas de *U. molinae* con flores en anthesis en cada momento de observación (**Fig. 22**) se explican por el corto período en que cada flor permanece abierta hasta la caída de pétalos. Los números de flores y frutos en cada una de estas plantas presentaron alto nivel de correspondencia, lo cual sugeriría que la presencia de insectos polinizadores en esa población fue adecuada, habida cuenta del bajo nivel de autopolinización registrado para esta especie (Neira et al., 2003).

Respecto de las plantas de un año (estudio 1) fueron muy notables las diferencias entre procedencias en cuanto al desarrollo de flores: presentes en las plantas de las procedencias Puerto Silva y Cerdón Derrumbe y ausentes en las de Currumahuida. Es muy probable que esas diferencias se deban a la edad de las plantas cuyas ramas fueron cortadas para formar las estacas. Esto explicaría el hecho de que los brotes de

Currumahuida desarrollaran mayor número de nudos que los de las otras dos procedencias. Los cambios en la morfología de los brotes desarrollados por un eje en fases sucesivas de la secuencia ontogenética de su especie suelen incluir el incremento en el desarrollo de estructuras reproductivas y la merma en el crecimiento vegetativo (e.g. Caesar & MacDonald, 1983). Por ello, podría asumirse que los ejes de Currumahuida de los cuales derivaron las estacas habrían estado en una fase ontogenética menos avanzada que los de las restantes procedencias. La dependencia de *U. molinae* respecto de los insectos polinizadores (Neira et al., 2003) explicaría, junto a posibles períodos de altas temperaturas la falta de cuajado de frutos en el invernadero. En este estudio se registró un lapso de alrededor de dos meses entre el pico de floración y la maduración de los frutos, en concordancia con los resultados reportados por Smith-Ramírez et al. (1998) para Chile. Considerando las demás especies de mirtáceas patagónicas, ese lapso es intermedio entre los de especies con fructificación más próxima a la floración (como *L. apiculata*) y los de especies con floración y fructificación más distanciadas entre sí (como *Myrceugenia spp.*; Smith-Ramírez et al., 1998). Cabe destacar que los frutos inmaduros de *U. molinae* adquieren forma y coloración semejantes a las de los frutos maduros (rojo o castaño oscuro) cerca de un mes antes de alcanzar el aroma y el sabor que los distingue. Sería conveniente analizar cómo cambian las propiedades químicas y organolépticas de los frutos de *U. molinae* durante el largo periodo que tardan en madurar.

Conclusiones

Si bien el crecimiento primario de *U. molinae* se produce principalmente en el período primavera-verano, pueden encontrarse variaciones notables respecto del momento de tasa de crecimiento primario máxima en plantas de un año derivadas de estacas. Luego de cuatro/cinco años desde el enraizamiento de estacas, los brotes desarrollados por las plantas presentan menores niveles de variación en su crecimiento primario y buen desarrollo de flores y, potencialmente, de frutos (que dependería de la disponibilidad de polinizadores). La floración alcanza su nivel máximo entre fines de diciembre y principios de enero. La permanencia de cada flor en antesis es relativamente corta. La maduración de los frutos, que insume cerca de dos meses desde el pico de floración, debe verificarse por la percepción de tamaño, color, aroma y gusto.

Este trabajo proporciona evidencia concreta sobre la forma en que la especie se desarrolla en áreas marginales a su distribución natural, lo que, junto con la información de su cultivo en Chile, contribuye al proceso de domesticación de la murta como una opción frutícola en Argentina. Este estudio abre la puerta a futuras investigaciones y

cultivos en la Comarca Andina, una región con características climáticas y edáficas similares a las de su área de distribución natural. Se espera que se realicen ensayos con variedades seleccionadas, manejos y condiciones ambientales contrastantes para evaluar el potencial frutícola de la murta en esta región de la Patagonia.

Bibliografía

- Águila Chacón, C. & L. Nahuelhual Muñoz. 2008. Cultivo de murtilla (*Ugni molinae* Turcz.) como alternativa de diversificación productiva para la agricultura familiar campesina de la Cordillera de la Costa. *Agro Sur* 36: 158-167. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2008.v36n3-05>
- Arancibia-Radich, J., R. González-Blázquez, M. Alcalá, M. Martín-Ramos, M. Viana, S. Arribas, C. Delporte, M. Fernández-Alfonso, B. Somoza & M. Gil-Ortega. 2019. Beneficial effects of murtilla extract and madecassic acid on insulin sensitivity and endothelial function in a model of diet-induced obesity. *Sci. Rep.* 9: 599. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36555-1>
- Augusto, T.R., E.S. Scheuermann Salinas, S.M. Alencar, M.A. D'arce, A. Costa De Camargo & T.A. Vieira. 2014. Phenolic compounds and antioxidant activity of hidroalcoholic extracts of wild and cultivated murtilla (*Ugni molinae* Turcz.). *Food Sci. Technol.* 34: 667-673. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6393>
- Avello, M., R. Valdivia, R. Sanzana, Ma. Moncada, S. Mennickent, V. Aeschlimann, M. Binttner & J. Becerra. 2009. Extractos antioxidantes y antimicrobianos de *Aristotelia chilensis* y *Ugni molinae* y sus aplicaciones como preservantes en productos cosméticos. *Bol. Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 8: 469-478.
- Barthélémy, D. & Y. Caraglio. 2007. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. *Ann. Bot.* 99: 375-407. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl260>

- Beraud, M.R. & J. Tampe Pérez. 2017. Efectos del ácido giberélico, N6-bencilaminopurina y fluridona sobre la germinación in vitro de *Aristotelia chilensis*. Bosque 38: 593-597. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300017>
- Caesar, J.C. & D. Macdonald. 1983. Shoot development in *Betula papyrifera*. II. Comparison of vegetative and reproductive short-shoot growth. Canad. J. Bot. 61: 3066–3071. <https://doi.org/10.1139/b83-343>
- Cline, M.G. & C.A. Harrington. 2007. Apical dominance and apical control and multiple flushing of temperate woody species. Canad. J. For. Res. 37: 74-83. <https://doi.org/10.1139/x06-218>
- Costes, E., P.-E. Laurie & J.L. Regnard. 2006. Analyzing fruit tree architecture: implications for tree management and fruit production. Horticultural Reviews 32, Jules Janick (ed.).
- Damascos, M.A. 2011. Arbustos silvestres con frutos carnosos de Patagonia. Calidad - Propiedades - Usos. Fondo Editorial Rionegrino, Viedma.
- Delporte, C., N. Backhouse, V. Inostroza, M.C. Aguirre, N. Peredo, X. Silva, R. Negrete & H.F. Miranda. 2007. Analgesic activity of *Ugni molinae* (murtilla) in mice models of acute pain. J. Ethnopharmacol. 30: 162-165. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.02.018>
- De Mösbach, E.W. 1992. Botánica Indígena de Chile. Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile.
- Díaz-Forestier, J.P. León -Lobos, A. Marticorena, J.L. Celis-Diez & P. Giovannini. 2019. Native useful plants of Chile: a review and use patterns. Econ. Bot. 20: 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09447-2>
- Doll, U., I. Rodríguez, C. Soto & I.C. Razmilic. 2012. Propagación de estacas y concentración de taninos y flavonoides en hojas de dos procedencias de *Ugni molinae* de la región del Maule (Chile). Bosque 32: 203-209. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000200010>

- Espinoza-Tellez, T., J.M. Bastías-Montes, R. Quevedo-León, E. Valencia-Aguilar, O. Díaz-Carrasco, M.A. Solanocornejo & F. Mesa-Mesina. 2021. The murta (*Ugni molinae*) and its beneficial health properties: A review. *Sci. Agropecuaria* 12: 121-131. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.14>
- Estiarte, M. & J. Peñuelas. 2015. Alteration of the phenology of leaf senescence and fall in winter deciduous species by climate change: effects on nutrient proficiency. *Global Change Biol.* 21: 1005– 1017. <https://doi.org/10.1111/gcb.12804>
- FAO. 2015. *Climate change and food security: risks and responses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- FAO. 2017. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Forbes-Smith, M. 2006. *Tazziberry™ (Myrtus ugni) - Production protocols*. Rural Industries Research and Development Corporation, Sydney.
- Fredes, C., A. Parada, J. Salinas & P. Robert. 2020. Phytochemicals and traditional use of two southernmost Chilean berry fruits: murta (*Ugni molinae* Turcz) and calafate (*Berberis buxifolia* Lam.). *Foods* 9: 54. <https://doi.org/10.3390/foods9010054>
- Folchi, M. 2015. Historia de las áreas protegidas en Chile. En: Simonetti-Grez, G., J.A. Simonetti & G. Espinoza (Eds.). *Conservando el Patrimonio Natural de Chile: el Aporte de las Áreas Protegidas*, pp. 33-60. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Santiago de Chile.
- Gómez-Pérez, L. S., Moraga, N., Ah-Hen, K. S., Rodríguez, A., & Vega-Gálvez, A. 2022. Dietary fibre in processed murta (*Ugni molinae* Turcz) berries: bioactive components and antioxidant capacity. *J Food Sci Technol*, 59(8), 3093-3101.
- Guédon, Y., J. Puntieri, S. Sabatier & D. Barthélémy. 2006. Relative extents of preformation and neoformation in tree shoots: analysis by a deconvolution method. *Ann. Bot.* 98: 835-844. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl164>

- Guenuleo, B., S. Torrego, S. Stefe, F. Neranzi, E.L.N. Moncunill, S. Naón, M.L. Cardozo, E. Martínez, J.J. Ochoa & J. Puntieri. 2020. Características morfoarquitecturales y fenológicas de *Ugni molinae* (Myrtaceae): una especie arbustiva andinopatagónica con frutos comestibles. Bol. Soc. Argent. Bot. 55: 215-230. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n2.26034>
- Henn J.J., V. Buzzard, B.J. Enquist, A.H. Halbritter, K. Klanderud, B.S. Maitner, S.T. Michaletz, C. Pötsch, L. Seltzer, R.J. Telford, Y. Yang, L. Zhang & V. Vandvik. 2018. Intraspecific trait variation and phenotypic plasticity mediate Alpine plant species response to climate change. Front. Plant Sci. 9: 1548. <https://doi:10.3389/fpls.2018.01548>
- Junqueira-Goncalves, M. P., L. Yanez, C. Morales, M. Navarro, R.A. Contreras & G.E. Zuniga. 2015. Isolation and characterization of phenolic compounds and anthocyanins from murta (*Ugni molinae* Turcz.) fruits. Assessment of antioxidant and antibacterial activity. Molecules 20: 5698-5713. <https://doi.org/10.3390/molecules20045698>
- Květ, J., J.P. Ondok, J. Nečas & P.G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. In: Sesták, Z., J. Catský & P.G. Jarvis (Eds.). Plant Photosynthetic Production, Manual of Methods, pp. 343-391. Juek NV Pub., The Hague.
- Landrum, L.R. 1988. The myrtle family (Myrtaceae) in Chile. Calif. Acad. Sci. 45: 277-317. LIN, B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. BioScience 61: 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3>.
- Lin, Brenda B. 2011. Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. BioScience, Volume 61, Issue 3, March 2011, Pages 183–193, <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- López J., A. Vega-Gálvez, A. Rodríguez, E. Uribe & C. Bilbao-Sainz. 2018. Murta (*Ugni molinae* Turcz.): a review on chemical composition, functional components and biological activities of leaves and fruits. Chilean J. Agric. Anim. Sci. 34: 1-14. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902018005000205>

- López, J., Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K. S., Rodríguez, A., Quispe-Fuentes, I., Delporte, C., Zambrano, A. 2023. Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory, and anti-tumoral properties of bioactive compounds extracted from murta berries (*Ugni molinae* T.) dried by different methods. *Front. Plant Sci*, 14, 1629.
- Muñoz M., D. Aedo & J. San Martín. 2015. Antecedentes sobre la recolección y comercialización de productos forestales no madereros (PFNM), en localidades rurales de la región del Maule, Chile central. *Bosque* 36: 121-125. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000100013>
- Neira M., E.R. Sylvester, M. Riveros, R. Carrillo & C. Cárdenas. 2003. Biología reproductiva y entomofauna asociada a las flores de murta (*Ugni molinae* Turcz.) y evaluación del comportamiento de los Himenópteros polinizadores. *Revista Chilena Entomol.* 29: 71-79.
- Nissen M.J., G.M. Del Río, I.B. Seguel & B.L. Torralbo. 2010. Efecto de diferentes manejos hídricos sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de murtilla (*Ugni molinae* Turcz). *Agro Sur* 38: 42-54. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2010.v38n1-05>
- Ochoa, J.J., E.L.N. Moncunill, J.G. Puntieri, B.S. Guenuleo, S.E. Stefe, M.L. Cardozo, F. Neranzi Barriga, E.E. Martínez, S. Torrego & S. Naón. 2019. Saberes locales y frutos comestibles de plantas nativas en la Comarca Andina del Paralelo 42° (Patagonia, Argentina). *Ethnoscientia* 4: 1-9. <https://doi.org/10.22276/ethnoscientia.v4i1.247>
- Ordóñez, J. L., Pérez, R., Barriga, A., Seguel, I., Guzman, P., Zúñiga, M. C., & Delporte, C. 2022. Comparative study of antioxidant and inhibitory activity on α -glucosidase and glycogen phosphorylase A of berry extracts from *Ugni molinae* genotypes. *Journal of Berry Research*, 12(2), 279-296.
- Pfennigwerth, A.A., J.K. Bailey & J.A. Schweitzer. 2017. Trait variation along elevation gradients in a dominant woody shrub is populationspecific and driven by plasticity. *AoB PLANTS* 9: plx027. <https://doi:10.1093/aobpla/plx027>

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

- Puntieri, J., D. Barthélémy, P. Martinez, E. Raffaele & C. Brion. 1998. Annual-shoot growth and branching patterns in *Nothofagus dombeyi* (Fagaceae). *Canad. J. Bot.* 76: 673-685. <https://doi.org/10.1139/b98-041>
- Puntieri, J., M. S. Souza, D. Barthélémy, C. Brion, M. Nuñez & C. Mazzini. 2000. Preformation, neoformation and shoot structure in *Nothofagus dombeyi* (Nothofagaceae). *Canad. J. Bot.* 78: 1044–1054. <https://doi.org/10.1139/b00-069>
- Puntieri, J., J.E. Grosfeld, M. Stecconi, C. Brion & D. Barthélémy. 2007. Bud and growth-unit structure in seedlings and saplings of *Nothofagus alpina* (Nothofagaceae). *Amer. J. Bot.* 94: 1382–1390. <https://doi.org/10.3732/ajb.94.8.1382>
- Puntieri, J., C. Torres, A. Magnin, M. Stecconi & J.E. Grosfeld. 2018. Structural differentiation among annual shoots as related to growth dynamics in *Luma apiculata* trees (Myrtaceae). *Flora* 249: 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.10.005>
- Rovira, J., J. Ugalde & M. Stutzin. 2008. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Ocho Libros Editores Ltda., Santiago de Chile.
- Sabatier, S., D. Barthélémy & I. Ducouso. 2003. Periods of organogenesis in mono- and bicyclic annual shoots of *Juglans regia* L. (Juglandaceae). *Ann. Bot.* 92: 231-238. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg127>
- Salgado, M., C.D. Torres, A. Magnin, M. Gereá, J.E. Grosfeld, J. Puntieri & M. Stecconi. 2020. The dynamics of primary growth in woody species from rain and transitional forests of Argentinean north Patagonia. *Bosque* 41: 183-192. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000200183>
- Seguel, I., M. Riveros, C. Lehnebach & A. Torres. 1999. Antecedentes fenológicos y reproductivos de *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae). *Phyton* 65: 13-21.
- Seguel, I., E. Peñalosa, N. Gaete, A. Montenegro & A. Torres. 2000. Colecta y caracterización molecular de germoplasma de murta (*Ugni molinae* Turcz.) en

Chile. Revista Agro Sur 28: 32–41. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2000.v28n2-05>

- Seguel, I., L. Torralbo, E. Peñaloza, E. Scheuermann, A. Montenegro, A. France, K. Shung, J. San Martín & N. Espinosa. 2009. Murtilla parte 1: La gran promesa de la fruticultura chilena. Tierra Adentro 87: 49-51.
- Smith-Ramírez C., J.J. Armesto & J. Figueroa. 1998. Flowering, fruiting and seed germination in Chilean rain forest myrtaceae: ecological and phylogenetic constraints. Plant Ecol. 136: 119-131. <https://doi.org/10.1023/A:1009730810655>
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2nd. ed. W.H. Freeman & Company, New York.
- Sosa, C. & J. Puntieri. 2016. Crecimiento anual de cuatro especies arbóreas con yemas desnudas nativas de los bosques templados húmedos de Patagonia. Bol. Soc. Argent. Bot. 51: 643-655. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v51.n4.16341>
- Souza, M. S., J. Puntieri, D. Barthélémy & C. Brion. 2000. Bud leaf primordia content and its relation to shoot size and structure in *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (Nothofagaceae). Ann. Bot. 85: 547–555. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1097>
- Stecconi, M., J. Puntieri & D. Barthélémy. 2000. Annual shoot-growth in *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oersted (Fagaceae) from northern Patagonia. Trees 14: 289-296. <https://doi.org/10.1007/PL00009770>
- Stecconi, M., L. Quevedo, A. Magnin, C. Torres, K. Lediuk, M. Svriz, J. Grosfeld & J. Puntieri. 2017. Desarrollo de especies leñosas nativas y exóticas en cipresales patagónicos. Bol. Soc. Argent. Bot. 52: 507–522. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v52.n3.18030>
- Suwalsky, M., P. Orellana, M. Avello, F. Villena & S.P. Sotomayor. 2006. Human erythrocytes are affected in vitro by extracts of *Ugni molinae* leaves. Food Chem. Toxicol. 44: 1393-1398. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.03.003>

Apéndice

Viaje a Chile

En otoño de 2019 (previo al comienzo de este trabajo), viajamos a Chile con el equipo de investigación para explorar prácticas culturales y cultivos de frutos nativos de la región. Visitamos un vivero de especies autóctonas en Valdivia, una plantación orgánica de murta en Futrono y la “Fiesta de la murta” en Choshuenco.

Vivero Plangen

Neri Carrasco y Jaime Büchner nos recibieron en su vivero llamado Plangen, ubicado en la comuna de Máfil, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos. Se especializa en la selección, viverización y cultivo de plantas nativas, entre ellas maqui, murta y calafate. La selección del material para propagar es mediante pruebas de procedencia y accesiones, donde se colecta material de distintos orígenes y se los propaga vegetativamente por estacas o esquejes. Los individuos sobresalientes en calidad de fruto y productividad se reproducen masivamente mediante cultivo de tejidos in vitro y una vez que esas plantas se desarrollan (plantas madre), son propagadas por estacas para producir las plantas que se implantarán en cultivos. Las plantas madre son seleccionadas por área foliar, relación pepa/pulpa, diámetro de fruto, sincronización de las floraciones, perduración del fruto en la planta y tiempo de pudrición de frutos.

El cultivo de maqui se realiza con 80% de plantas de procedencias locales y el restante de otras procedencias del país. En un huerto de maqui se suele utilizar 90% de plantas femeninas (productoras de frutos) y 10% de plantas masculinas (productoras de polen). Además, se menciona que se han comenzado a desarrollar



Figura 24: Invernadero de reproducción de nativas



Figura 25: Estaquero de reproducción de nativas

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN

cultivos asociados de calafate, maqui y murta, debido al elevado nivel de adaptación de dichas especies a esa región y a que no se superponen los tiempos de cosecha entre ellas: enero, febrero y abril respectivamente.

Agrícola Camicahue



Figura 26: Huerto orgánico de murta en Futrono

En la comuna de Futrono en los márgenes de Lago Ranco, se encuentra Camicahue, cultivo de murta orgánico, propiedad de Oscar Bravo, quien nos recibió en su campo de 5 hectáreas cuya producción comenzó el año 2010 (**Fig. 26**). La producción de fruta ronda las 7 toneladas y se comercializa en fresco, IQF (congelado rápido individual), liofilizado y deshidratado. El principal mercado de esta producción es Estados Unidos y aproximadamente 2 toneladas se venden en Chile a una cadena de supermercados. Las variedades cultivadas son Red Pearl (**Fig. 27**) y South Pearl y se plantan alrededor de 3.000 plantas/ha, se riegan por goteo (2L/planta/día), se fertilizan con humus de lombriz (100g/planta) y la conducción de las plantas es de tipo “copa”. Según el productor las plantaciones pueden durar 20 años.

Crecimiento, floración y fructificación de “murta” en dos cultivos experimentales en Argentina
Tesina de Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica, UNRN



Figura 27: Frutos de murta en planta adulta Red Pearl

Fiesta de la murta en Choshuenco, Panguipulli.

En la fiesta de la murta conocimos la mayoría de los usos de la murta en la gastronomía, medicinas y productos. Participamos de talleres de elaboración de pastelería y cocina con murta e incluso integramos un jurado en competencias de postres y licores (**Fig. 28**). Agradecemos a la organización de la fiesta y a la gente asistente por el buen trato. Disfrutamos mucho de ese evento.



Figura 28: Productos gastronómicos elaborados con murta: (A) capelletinis con cordero y salsa de murta; (B) torta de murta y; (C) murtado

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi madre Verónica Barriga, quien me apoyó incondicionalmente en todo momento y me brindó su amor, su confianza y su sabiduría. Ella es mi principal inspiración y motivación para seguir adelante con el sueño de estudiar fuera del país y superar los obstáculos. También agradezco a mi hermana Ornella Neranzi, quien siempre estuvo a mi lado y me ofreció su apoyo, ayuda, su consejo y su amistad incondicional.

A mi profesor Javier Puntieri, quien me guió con su experiencia, su paciencia y su generosidad. Él es mi mentor y mi referente en el campo de estudio.

A todos mis amigos en Argentina que han sido parte del proceso, en especial a Francisco Alvez y Rubén Ramos, quienes me ayudaron a pasar los datos de este trabajo, apoyarme y alegrarme los días durante la pandemia. A Mercedes Carretero por ayudarme mientras me encuentro escribiendo y dedicando tiempo a este trabajo. Ellos fueron fundamentales en lo personal y para el desarrollo de este trabajo.

A Emilio Riádigos y Camilo Mazzini, quienes me ayudaron con sus conocimientos, sus experiencias y sus recursos. Ellos fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo y para mi formación académica y profesional.

A nuestro gran equipo de investigación de frutos nativos de la universidad, integrado por Juan Ochoa, Nehuen Moncunill, Eduardo Martínez, Brisa Guenuleo, Sonia Steffe, Santiago Naón, quienes además de ser grandes personas, nos asesoraron y colaboraron con su criterio, su rigor y su profesionalismo.

A todos mis profesores que tuve en esta hermosa carrera, por sus enseñanzas y paciencia. Al personal no docente en especial a Richard, quien siempre tan amable se preocupa de que los estudiantes estemos bien. A todos mis compañeros que tuve cursando y a los estudiantes que me tocó enseñarles siendo ayudante de cátedra.

A todxs

¡MUCHAS GRACIAS!