

EFFECTO DE DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO DE MURTILLA (*Ugni molinae* Turcz).

EFFECT OF DIFFERENT WATER SUPPLY MANAGERMENTS ON VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE GROWTH OF MURTILLA (*Ugni molinae* Turcz).

Juan Nissen M.¹, Marcelo Del Río G., Ivette Seguel B.² y Luis Torralbo B.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia.

E-mail jnissen@uach.cl .

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Carillanca.

ABSTRACT

Key words: *Ugni molinae* Turcz., irrigation, hydrogel.

The general aim of the present study was to determine and evaluate the development and performance of murtilla (*Ugni molinae* Turcz.) plants to different water supply treatments. This study was carried out during summer, 2006-2007 on the farm "Las Marías", located 3 km north of Valdivia city, Chile. Three-year-old plants were used, specifically ecotype 14-1, provided by INIA Carillanca under the project FONDEF DO5I10086. The following treatments were used: 80% irrigation (based in replacing 80 % of the evaporation measured with a pan evaporimeter); 40% irrigation (replacing 40 % of the evaporation); application of a hydrogel (as soil conditioner); and finally a control (natural water supply conditions). The irrigation was performed with the use of drip tapes. A completely randomized experimental design was used, with three treatments, a control and four repetitions. The results were subjected to analysis of variance and significant differences were analyzed using Tukey multiple comparisons test. The evaluated parameters were: number of fruits per plant, fruit size (equatorial diameter), fruit weight per plant, height of branches, foliage weight and root weight of plants (green and dry matter).

RESUMEN

Palabras clave: *Ugni molinae* Turcz., riego, hidrogel.

El objetivo general del presente estudio fue determinar y evaluar la respuesta de diferentes tratamientos de abastecimiento hídrico en el desarrollo y rendimiento de plantas de murtilla (*Ugni molinae* Turcz.). Este estudio fue realizado durante la temporada estival 2006–2007 en el predio “Las Marías”, ubicado a 3 km al norte de la ciudad de Valdivia. Para llevar a cabo el ensayo se utilizaron plantas de tres años, específicamente del ecotipo 14-1, las cuales fueron aportadas por INIA Carillanca, bajo el marco del proyecto FONDEF DO5I10086. Los tratamientos empleados fueron los siguientes: riego 80% (basado en reponer el 80% de la evaporación medida en bandeja evaporimétrica); riego 40% (reponiendo un 40% de la evaporación); hidrogel aplicado como acondicionador de suelo y un testigo (sin riego). El riego se realizó mediante cintas de goteo. El diseño experimental utilizado consistió en tres tratamientos y un testigo completamente aleatorizados, con cuatro repeticiones. Los resultados fueron sometidos a un Análisis de Varianza y posteriormente, al detectarse diferencias significativas, a un test de comparaciones múltiples de Tukey. Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

Statistically differences were found between the treatment 40% irrigation and the control, in the number and weight of fruits per plant. Nevertheless, no statistical differences between the treatments and the control were found for equatorial diameter of fruits, average weight of individual fruits and average weight of green and dry plants.

número de frutos por planta, tamaño de los frutos (diámetro ecuatorial), peso de los frutos por planta, crecimiento de ramillas en altura, peso de raíz y follaje de plantas (en verde y seco).

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos riego 40% y el tratamiento sin riego, en las variables de número y peso de frutos por planta. Por otra parte, no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el testigo para las variables diámetro ecuatorial de los frutos, peso promedio individual de los frutos, promedio de pesos de plantas en verde y seco.

INTRODUCCION

Chile presenta ventajas respecto a los demás países en relación a la fruticultura, ya que cuenta con un clima privilegiado y diverso, además de la diferencia de estación con respecto al hemisferio norte. Sin embargo, cada vez estas ventajas se van reduciendo con el aumento de la tecnificación y el desarrollo de variedades más productivas, afectando principalmente a los frutales tradicionales. Por esta razón, es importante el desarrollo de frutales nativos que puedan constituir una nueva alternativa productiva, ya sea como producto fresco o como industrial. Al evaluar el pool de especies nativas del Sur de Chile que pudiesen resolver este problema/oportunidad, se logró determinar que la murtilla (*Ugni molinae* Turcz) era la especie con mayor potencial (Torrallbo y Seguel, 2009).

La murtilla crece naturalmente entre la VII y la XI Regiones, en suelos marginales y de baja fertilidad. El análisis químico de muestras de suelo obtenidas en 36 sitios de colecta de germoplasma entre la VII y X Regiones, durante el año 1996 permitieron concluir que, en general, esta especie se desarrolla en suelos bajos en fósforo y nitrógeno disponible, bajos en potasio intercambiable, con altos porcentajes de saturación de aluminio y con un pH entre 5,6 y 6,0 (Seguel *et al.*, 2000).

INIA Carillanca, ubicada en la Región de la Araucanía ha desarrollado estudios tendientes a la obtención de variedades de la especie de murtilla. En el año 2007 INIA logró el registro

provisorio para dos variedades de murtillas, Red Pearl – INIA y South Pearl – INIA, las cuales están disponibles para su comercialización desde en el año 2010 (Chile, Fondef, 2009 a).

Según lo señalado por Seguel *et al.* (2006), estudios realizados por INIA, demuestran que la aplicación de riego por goteo bajo condiciones de cultivo durante los meses de verano, aumenta significativamente el calibre del fruto y por consiguiente el rendimiento. Ambas variables son muy relevantes para el cultivo, por lo tanto, la murtilla cultivada debe llevar riego.

Hasta el momento no se ha encontrado información que señale los requerimientos hídricos de la planta de murtilla. Sin embargo, bajo condiciones naturales de la zona de Valdivia, la planta se desarrolla con disponibilidades promedio de agua de 190,8 mm en septiembre, 145,3 mm en octubre, 79,9 mm en noviembre, 84,2 mm en diciembre, 71,1 mm en enero, 61,6 mm en febrero y 73,3 mm en marzo. (Fuente: Registros Estación Climatológica Teja, de la Universidad Austral de Chile, Valdivia).

La hipótesis planteada en el presente estudio considera que el empleo de tratamientos hídricos mejora significativamente la producción del cultivo de la murtilla. Por este motivo, se plantea que los mejores resultados se obtendrán, en orden decreciente, con el tratamiento de riego 80%, seguido por el riego 40%, luego el tratamiento con aplicación de hidrogel al suelo y por último el testigo sin riego.

En este contexto, el objetivo principal de la presente investigación es observar y

Cuadro 1. Características físicas del suelo Serie Valdivia.**Table 1. Physical characteristics of Valdivia series soil.**

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	% Materia Orgánica	Poros de agua útil (%)	% Arena	% Limo	% Arcilla
0 – 19	0,70	24,00	16,50	24,40	54,30	21,30
19 – 43	0,66	12,50	19,40	20,10	57,00	22,90
43 – 120	0,65	13,50	17,10	23,60	48,90	27,40

FUENTE: Kühne y Nissen, (1973).

evaluar la respuesta de distintos tratamientos experimentales de abastecimiento de agua en el desarrollo de plantas de murtilla de tres años de edad. Por otra parte, la investigación se plantea como objetivos específicos la evaluación de parámetros vegetativos de desarrollo, como también evaluar parámetros reproductivos de la planta de murtilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante la temporada estival 2006–2007, en el predio “Las Marías”, ubicado a 3 km al norte de la ciudad de Valdivia, en coordenadas UTM(m) N 5.594.705, E 650.817, Huso 18. El suelo correspondió a la Serie Valdivia (aproximadamente 12 m.s.n.m), correspondiente a terrenos intermedios, de topografía ligeramente ondulada (1-3% de pendiente), proveniente de restos de planicies disectadas por la erosión (Kühne y Nissen,

1973). En el siguiente Cuadro 1, se presentan algunas características físico-hídricas del suelo Serie Valdivia utilizado para la presente investigación.

Con el fin de conocer el nivel de fertilidad inicial, se extrajo una muestra de suelo para el análisis químico, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2.

Para determinar el nivel de nemátodos fitoparásitos presentes en el suelo se extrajo una muestra, la cual fue analizada por el Laboratorio de Nematología del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad Austral de Chile. En el Cuadro 3 se observa el número promedio de nemátodos fitoparásitos por género, presentes en 100 cm³ de suelo. El suelo presenta un nivel relativamente bajo de nemátodos fitoparásitos; destaca entre ellos las poblaciones de *Meloidogyne* spp. (nemátodo de las agallas radicales) y *Pratylenchus* spp., ectoparásito de raíces.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo utilizado en el estudio.**Table 2. Soil chemical analyses.**

pH (1:2,5)	5,40	Calcio intercambiable (cmol+ kg ⁻¹)	3,01
Materia orgánica (%)	15,70	Magnesio intercamb. (cmol+ kg ⁻¹)	0,79
N mineral (N-NO ₃ +NH ₄) (mg kg ⁻¹)	23,80	Suma de bases (cmol+ kg ⁻¹)	4,21
Fósforo Olsen (mg kg ⁻¹)	31,60	Aluminio intercamb. (cmol+ kg ⁻¹)	0,30
Potasio intercambiable (mg kg ⁻¹)	134	CICE (cmol+ kg ⁻¹)	4,51
Sodio intercambiable (cmol+ kg ⁻¹)	0,07	Saturación de Al (%)	6,70

FUENTE: Laboratorio Instituto Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2006.

Cuadro 3. Número promedio de nemátodos fitoparásitos en el suelo.**Table 3. Average number of nematodes in the soil.**

Género	N° /100cm ³	Género	N° /100cm ³
<i>Aphelenchoides</i> sp.	40	<i>Meloidogyne</i> spp. (larvas)	50
<i>Aphelenchus</i> sp.	50	<i>Paratylenchus</i> spp.	80
<i>Ditylenchus</i> spp.	0	<i>Pratylenchus</i> sp.	50
<i>Helicotylenchus</i> spp.	10	<i>Trichodorus</i> sp.	0
<i>Heterodera</i> spp. (larvas)	10	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	10
<i>Hoplolaimus</i> sp.	20	<i>Tylenchus</i> sp.	30
<i>Longidorus</i> spp.	20	Total fitoparásitos	370
		Total saprófitos	150

FUENTE: Laboratorio de Nematología, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2006.

Las condiciones climáticas fueron obtenidas de los registros de la Estación Meteorológica del Instituto de Geociencias de la Universidad Austral de Chile, ubicada en el Campus Isla Teja (UTM(m) N 5.592.321 y E 650.040, Huso 18, situada a aproximadamente 2,7 km del lugar del estudio).

Como material vegetal se utilizó un ecotipo de tres años de edad, proveniente del banco de germoplasma de murtilla de INIA Carillanca. Este ecotipo fue colectado en el sector Manzanar Alto, comuna de Purén, Región de la Araucanía, en suelos transicionales a rojos arcillosos. INIA Carillanca mediante multiplicación vegetativa obtuvo los clones utilizados en este estudio. Se realizaron los siguientes procedimientos: primero se enraizaron las ramillas de la accesión 14-1. Luego, una vez que estas

generaron madera nueva, se lograron obtener estacas semileñosas de aproximadamente 7 cm de longitud. Posteriormente, estas fueron nuevamente enraizadas, hasta conseguir una masa crítica suficiente de plantas de 1,5 años, para establecer ensayos y generar plantas madres. Para enraizar se utilizó el enraizante comercial Keriroot®. Las camas de propagación fueron humedecidas mediante riego controlado, utilizando micro-aspersores y el sustrato fue en base a arena y tierra vegetal (suelo trumao con materia orgánica mayor a 14%), en una proporción 1:1 (Chile, Fondef, 2009 b).

Altura de plantas al momento de la plantación. Se calculó un promedio de la altura de plantas de las cuatro repeticiones de cada tratamiento y un testigo (Cuadro 4). Para este efecto, se procedió a medir la altura desde la base del tallo hasta la ramilla más elongada verticalmente.

Cuadro 4. Altura inicial promedio de plantas de murtilla (*Ugni molinae* Turcz.).**Table 4. Average initial height of murtilla plants (*Ugni molinae* Turcz.).**

Tratamientos	Altura inicial (cm)
Riego 80%	23,06
Riego 40%	26,05
Hidrogel	25,75
Testigo (sin riego)	26,75

Métodos.

A continuación se describen las diferentes metodologías usadas.

Preparación del suelo. Esta comenzó el 30 de agosto de 2006, con dos pasadas cruzadas de rastra de discos offset. Luego, se invirtió el suelo con arado de vertedera, para finalizar la preparación con un afinamiento de la capa superficial realizando dos pasadas cruzadas de rastra tandem.

Tamaño de las parcelas. El 5 de septiembre 2006 se delimitaron 16 parcelas de 16 m² cada una, con 8 m de longitud y 2 m de ancho. En cada parcela se dispusieron 8 plantas de murtila en una hilera, separadas a un metro de distancia sobre la hilera. El espaciamiento entre las hileras fue de 2 m, quedando dos pasillos centrales cruzados, con un ancho de 3 m cada uno. En total se establecieron 32 plantas por tratamiento, sumando en total 128 plantas para realizar este ensayo.

Plantación. La plantación del Ecotipo 14-1 se realizó el 10 de septiembre de 2006. Estas tenían una altura de ramillas en promedio de 25 cm. (Cuadro 4). Se plantaron en hileras, realizando perforaciones de 30 cm de profundidad y de 30 cm de diámetro. Las plantas estaban separadas por 1 m sobre hilera y a 2 m entre hileras, lo que se traduce en una densidad de plantación de 5000 plantas ha⁻¹.

La fertilización se realizó en forma manual, incorporada al suelo al momento de la plantación a una profundidad de 15 cm. El fósforo y el potasio fueron aplicados al momento del trasplante y el nitrógeno se parcializó 50% al trasplante (10 de septiembre 2006) y el restante 50% en forma localizada al momento de la floración (10 de enero 2007). Esto se realizó según las dosis recomendadas proporcionadas

por INIA Carillanca (ver Cuadro 5).

El control de malezas se realizó en forma manual con azadón, cortando las raicillas de las malezas entre y sobre las hileras de las plantas. De igual forma se procedió para desmalezar los pasillos centrales y contorno del ensayo. La maleza fue controlada en cuatro oportunidades: luego del establecimiento (10 de octubre 2006), a principios de floración (17 de diciembre 2006), estado total de flores abiertas (10 de enero 2007) y finalmente cuando se encontraban los frutos formados (20 de febrero 2007).

Sistema de riego. En el ensayo se simuló un sistema de riego tecnificado de goteo por cinta. Mediante esta cinta se entregó un volumen de agua determinado, dependiendo directamente de la evaporación medida en bandeja clase A, el cual correspondió a 2 litros de agua por planta. Este volumen de agua alcanzaba a mojar la profundidad radicular de las plantas. El tiempo de riego fue regulado con un aforo volumétrico de los goteros.

Tasa de riego y criterio de reposición del agua. Para estos efectos y sobre la base de antecedentes de cultivos similares (*arándano*, *Vaccinium* spp.), se estimó una tasa de riego máxima de 2 litros de agua por planta, que de acuerdo a la superficie de humectación del suelo corresponden a aproximadamente 28 mm. Se usaron dos criterios de reposición de riego: el primero consistió en reponer el 80% de la evaporación de bandeja (riego 80%), para lo cual debían evaporarse 35 mm en ella. El segundo criterio consistió en reponer el 40% de la evaporación de bandeja (riego 40%), para lo cual se debían evaporar 70 mm. De esta forma, el tratamiento de riego 40% se aplicó cada dos riegos realizados al tratamiento riego 80%.

Diseño experimental. El ensayo se realizó dentro de una superficie de 323 m²,

Cuadro 5. Fertilizantes aplicados al ensayo.

Table 5. Fertilizers used in the study.

Nutriente	Fertilizante	Dosis (kg ha ⁻¹)	Dosis (U ha ⁻¹)
Nitrógeno	Nitrodoble (27% NH ₃)	140	38
Fósforo	Superfosfato triple (46% P ₂ O ₅)	163	75
Potasio	Muriato de potasio (60% K ₂ O)	42	25

la cual se dividió en cuatro sectores. Cada sector correspondió a un tratamiento, con 4 repeticiones cada uno. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar, utilizando un diseño completamente aleatorizado. Las repeticiones se diseñaron linealmente, con el fin de facilitar el manejo del sistema de riego por goteo. Cada repetición quedó conformada por 8 muestras, de las cuales sólo fueron utilizadas con fines del estudio las 6 plantas internas, eliminando así el efecto de borde.

Tratamientos. El estudio tuvo 4 tratamientos, los que se definen a continuación:

Sin riego: Abastecimiento hídrico limitado a las condiciones naturales de precipitación. Constituyó el testigo de la investigación.

Riego al 80% de evaporación de bandeja: Aplicación frecuente de un volumen de agua específico, por medio de goteros a cada planta. Este tratamiento basa su criterio de riego en reponer el equivalente al 80% de la evaporación medida en bandeja clase A. La tasa de riego se calculó tomando en cuenta el área que ocupa el sistema radicular de las plantas en ese estado de desarrollo (0,7 m²) y la profundidad del sistema radicular (30 cm). Para este tratamiento se aplicaron 2 litros de agua por planta, lo que equivale a una altura o tasa de agua de riego de aproximadamente 28 mm. En otras palabras, se aplicó una tasa de riego de 2 L⁻¹ planta cada vez que se evaporaron 35 mm en la bandeja, que alcanzaba a mojar la profundidad radicular de las plantas.

Riego al 40% de evaporación de bandeja: Aplicación de agua menos frecuente, dependiendo del monto y distribución de las precipitaciones estivales. Mediante este criterio se reponía un 40% de la evaporación medida en bandeja, regando con un volumen de 2 litros de agua por planta cada vez que la bandeja evaporaba 70 mm. Este volumen de agua alcanzaba a mojar la profundidad radicular de las plantas.

Hidrogel: Se aplicaron 10 g por planta de hidrogel marca Stockosorb-G. Este producto tiene una capacidad de absorción de agua de 200 veces su peso seco. El hidrogel se localizó al fondo de la excavación antes del trasplante, mezclado junto con el fertilizante (25-30cm).

Con este tratamiento y capacidad del hidrogel se pretendió dar la posibilidad a la planta de contar con una reserva adicional máxima de 28,2 mm de agua útil, si las lluvias naturales y el espacio poroso del suelo así lo permitían.

Parámetros evaluados. Los parámetros sometidos a estudio en este ensayo fueron los siguientes; número de frutos por planta; tamaño de los frutos (diámetro ecuatorial); peso de los frutos por planta; crecimiento de ramillas en altura; peso de raíz y peso de follaje (húmedo y seco). El detalle del procedimiento usado en cada uno de los parámetros evaluados se explica en los siguientes capítulos.

Altura inicial de las plantas de murtila. Luego de la plantación, se procedió a realizar mediciones del crecimiento de las ramillas más elongadas de cada planta, para lo cual se estableció la medida inicial. Para lo anterior se utilizó una huincha métrica.

Crecimiento vegetativo. Finalizado el ensayo, se midió nuevamente la altura vertical desde la base del tallo hasta el ápice de la ramilla que alcanzó la máxima altura.

Rendimiento. Se analizó el rendimiento de las plantas en relación al número de frutos por tratamiento, el peso promedio de los frutos y el tamaño de los frutos (diámetro ecuatorial). La recolección de los frutos se realizó el 20 de marzo del 2007, una vez que alcanzaron su maduración. Se efectuó manualmente, cosechando todos los frutos de cada planta, siendo depositadas en potes plásticos de 250 g por separado. Al final, dependiendo del parámetro medido, se realizó la sumatoria de todos los frutos parciales de cada tratamiento. Luego de la cosecha de los frutos, éstos fueron almacenados por un día en un refrigerador a 4° C y humedad relativa de 80-85%, para evitar excesivas pérdidas por deshidratación que pudiesen afectar a las siguientes mediciones.

Peso individual de frutos. La producción de frutos fue pesada en una balanza digital de precisión (g). Luego, se dividió el peso total de los frutos recolectados por planta por el número total de frutos producidos por planta. Esto se efectuó para cada planta.

Tamaño de frutos. Se hizo una selección por tamaño, analizando por repetición y luego por tratamiento de un tamaño grande,

Cuadro 6. Registros pluviométricos (mm).**Table 6. Pluviometric registers (mm).**

Mes/Año	Pluviometría (mm)			
	Promedio histórico ¹	Época ensayo ¹	Diferencia numérica	Diferencia porcentual
Septiembre 2006	187,7	183,1	-4,6	-2,5
Octubre 2006	151,6	194,6	43,0	28,4
Noviembre 2006	105,6	54,8	-50,8	-48,1
Diciembre 2006	91,0	222,9	131,9	145,0
Enero 2007	63,3	32,2	-31,1	-49,1
Febrero 2007	56,5	43,4	-13,1	-23,2
Marzo 2007	83,9	44,2	-39,7	-47,3
Total periodo	739,7	775,2	35,6	3,1

¹ Promedio de 47 años (1960-2007). FUENTE: Estación Climatológica Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile.

medio y pequeño, sobre un centímetro de diámetro, bajo un centímetro y menor a 0,9 cm, respectivamente, medido mediante un pie de metro. Para este efecto fueron recolectados 10 frutos para cada tamaño, los que fueron seleccionados de acuerdo a los tres calibres contemplados.

Peso húmedo y seco de la planta. Se obtuvieron de la siguiente manera:

-Peso húmedo (materia verde). Se extrajo una muestra representativa de cada tratamiento (3 plantas), las cuales se retiraron completamente del suelo con ayuda de una pala. Luego, se procedió a lavar cuidadosamente las raíces con agua, para no dañar las raicillas. Seguidamente, se dejaron secar y se pesaron en una balanza de precisión.

-Peso seco (materia seca): Para ello se colocaron las plantas dentro de bolsas de papel y se metieron a horno de secado a 105°C por 20 horas; se pesaron y posteriormente se les separó la parte aérea de la radicular. Finalmente, se pesaron por separado las raíces y partes aéreas de cada planta.

Evaluación estadística. Los resultados obtenidos durante el ensayo fueron sometidos a los análisis de supuestos, para determinar homogeneidad y normalidad. Luego, los datos se analizaron mediante test de comparaciones

múltiples de Tukey, con el fin de determinar probables diferencias significativas entre los tratamientos, cuando correspondió, con un nivel de probabilidad del 5%.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis climático del período de ensayo. No existen investigaciones que determinen los requerimientos climáticos para el cultivo intensivo de murtilla, por lo tanto, se ha determinado que es un arbusto silvestre adaptado a las diferentes condiciones climáticas en las cuales se desarrolla.

En zonas con inviernos no muy severos como el sector costero de las regiones del Sur de Chile, se pueden realizar plantaciones durante todo el año. Sin embargo, plantaciones de primavera e inicio de verano, con riego logran un mejor establecimiento de las plantas pues se evita el daño provocado por heladas (Seguel *et al.*, 2009). En el Cuadro 6 se observan los datos correspondientes a las precipitaciones registradas durante el período de ensayo, medidos por la Estación Climatológica Isla Teja de la Universidad Austral de Chile.

Al observar los antecedentes de pluviometría

Cuadro 7. Número de frutos de murtilla cosechados.**Table 7. Number of harvested murtilla fruits.**

Tratamientos	Número total de frutos cosechados ¹	Promedio número de frutos cosechados/planta ²
Riego 80%	1095 bc	34 bc
Riego 40%	1186 c	37 c
Hidrogel	673 a	21 a
Sin Riego	780 ab	24 ab

¹ Total de frutos cosechados de 32 plantas por tratamiento y un testigo

² Promedio de 32 plantas por tratamiento y un testigo.

que se entregan en el cuadro anterior, se pueden destacar los grandes montos de lluvia ocurridos en octubre y diciembre, principalmente este último, que almacenó agua para el mes de enero. Por otra parte, es posible observar que el total de lluvia caída durante el período de ensayo fue de 775,2 mm. Por lo tanto, el estudio se realizó bajo condiciones de pluviometría total similares a las de un año promedio (739,7 mm). El tratamiento Riego 80% recibió en total el equivalente a 1111 mm de agua (incluyendo 12 riegos), el tratamiento Riego 40% 943 mm (con 6 riegos), mientras que los tratamientos Hidrogel y Sin Riego sólo recibieron los 775 mm del aporte natural.

Cosecha de los frutos de murtilla. La recolección de los frutos se realizó el 20 de marzo del 2007, considerando la acumulación de azúcar medida en grados Brix. Para las condiciones agroecológicas de las Regiones de los Lagos y de Los Ríos, la madurez ocurre entre los meses de marzo y abril e incluso se prolonga hasta gran parte del mes de mayo (Medel y Vargas, 1981, citados por Venegas *et al.*, 1995, Seguel y Torralbo, 2004). Según lo señalado por Palma (2007), citado por Águila (2008), la recolección de los frutos comienza desde la segunda semana de marzo hasta la tercera semana de mayo y tiene una duración de aproximadamente 45 días.

Número de frutos recolectados. En el Cuadro 7 se presenta el número total de frutos cosechados por tratamientos y el control. El resultado se expresó en número de frutos por tratamiento y promedio del número de frutos por planta (32

plantas por tratamiento). En el cuadro es posible observar una mayor producción de frutos por parte de los tratamientos de Riego 80% y Riego 40%, con un promedio de 34 y 37 frutos por planta, respectivamente. El tratamiento con Hidrogel arrojó una cifra de 21 frutos por planta y el testigo de 24.

A partir de los datos tabulados en el Cuadro 7, es posible observar diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento Riego 40% y el testigo para los parámetros número total de frutos cosechados y promedio de número de frutos cosechados por planta. Esta significancia no se repitió en el tratamiento Riego 80%, probablemente debido a una excesiva oferta de agua. Los menores valores se obtuvieron en el tratamiento con aplicación de Hidrogel. Lo anterior podría deberse a rupturas en el sistema radical causadas por la expansión del hidrogel, al hidratarse este con la lluvia. Al respecto, en la escasa literatura en la cual se ha aplicado el producto a las raíces, no se reportan efectos de esta naturaleza (Nissen y Tapia, 1996; Nissen y Hoffmann, 1998; Parrague y Nissen, 1998). Sin embargo, Nissen y Araya (1997) caracterizando dos hidrogeles comerciales, señalan que éstos son capaces de desarrollar presiones de al menos 1200 Pa al hidratarse. Como el producto fue aplicado debajo y al costado del bulbo de suelo y raíces trasplantado, es posible suponer que al recibir agua el hidrogel actuó mecánicamente sobre el nuevo desarrollo radicular fino que trató de profundizar en el suelo. Las plantas tratadas con hidrogel tuvieron además los más bajos pesos de raíz (ver Cuadro 12). El resultado

Cuadro 8. Rendimientos del primer año de producción de frutos de murtila.
Table 8. First year yields of murtila.

Tratamientos	Rendimiento por tratamiento (kg) ¹	Rendimiento de frutos (kg ha ⁻¹) ²
Riego 80%	0,499 ab	77,9
Riego 40%	0,589 b	92,08
Hidrogel	0,280 a	43,8
Sin Riego	0,401 ab	62,6

¹ Peso total de frutos cosechados por tratamiento y el testigo.

² Peso por hectárea en el primer año productivo y una densidad de 5000 plantas ha⁻¹.

anteriormente descrito no fue investigado, por cuanto, además de inesperado, significaba intervenir el estudio.

Rendimientos obtenidos. En el ensayo se consideró una densidad de plantación de 5000 plantas ha⁻¹. Estas plantas tenían tres años de vida, siendo la temporada 2006-2007 su primer periodo productivo. Cada tratamiento tenía una superficie de 64 m². A partir de esta información fue posible establecer el rendimiento del cultivo de murtila en kg ha⁻¹. En el Cuadro 8, el mejor rendimiento de frutos cosechados por tratamiento correspondió al tratamiento de Riego 40%, con 589 g, seguido por el tratamiento con Riego 80%, con 499 g.

El testigo rindió 401 g y finalmente el tratamiento con el Hidrogel obtuvo una producción de 280 g. Los menores valores obtenidos por el tratamiento Hidrogel podrían obedecer a las mismas causas señaladas para los resultados del Cuadro 7. En la evaluación de este parámetro no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo sin riego.

Los frutos de murtila se cosechan a partir del segundo año de cultivo, ya que el primer año se obtienen rindes poco significativos para la comercialización. La producción se estabiliza al séptimo año (Seguel *et al.*, 2006). Según lo señalado por Inostroza (2007), citado por Águila (2008), el primer año de cultivo debe ser favorable para el crecimiento de la parte vegetativa de la planta. Sin embargo, la especie es muy agresiva en su desarrollo, situación

que se observa en plantas, que aún estando en maceteros ya presentan fructificación.

Si bien en el primer año de cultivo se debe favorecer el crecimiento vegetativo de la planta, ésta de todos modos fructifica, debiendo ser cosechada. Este volumen es poco significativo para incluirlo en cualquier tipo de análisis económico (Águila, 2008). En el presente estudio se consideró la producción del primer año de las plantas de murtila y que se realizó con fines de investigación.

Características físicas obtenidas de los frutos de murtila recolectados. A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de la cosecha y conteo de los frutos de murtila. En el Cuadro 9 se observan los datos promedio de peso y diámetro de los frutos cosechados en cada repetición al final del ensayo. Éstos fueron seleccionados en tres calibres, de acuerdo al tamaño obtenido. El diámetro y el peso de los frutos de murtila fueron analizados a partir de tres calibres (grandes, medianos y pequeños), de modo de facilitar el estudio.

Seguel y Torralbo (2004), señalan que el peso de los frutos fluctúa entre 0,21 y 1,01 g y el diámetro ecuatorial entre 9 y 13 mm. Estos parámetros aumentan de norte a sur (Seguel *et al.*, 2000).

Novoa (1983), citado por Torres *et al.* (1999), señala mediciones realizadas en la Provincia de Valdivia acerca del peso de frutos promedio, que varían entre 0,343 y 0,5 g. Los diámetros de frutos variaron entre 10,6 y 12,2 mm, siendo levemente superiores a los señalados por Alba

Cuadro 9. Peso promedio y diámetro de tres calibres de frutos de murtilla.**Table 9. Average weight and diameter of three fruit calibers of murtilla.**

Tratamientos	Calibre 1 ¹		Calibre 2 ¹		Calibre 3 ¹	
	Peso ² (g)	Diámetro ³ (mm)	Peso ² (g)	Diámetro ³ (mm)	Peso ² (g)	Diámetro ³ (mm)
Riego 80%	0,54 a	10,2 a	0,41 a	9,30 a	0,28 a	8,20 a
Riego 40%	0,68 a	11,5 a	0,51 a	10,2 a	0,37 a	9,20 a
Hidrogel	0,73 a	11,7 a	0,43 a	9,50 a	0,26 a	7,90 a
Sin Riego	0,69 a	11,2 a	0,51 a	10,3 a	0,27 a	8,00 a

¹ Calibres 1,2 y 3, explicados en el capítulo Métodos.

² Peso promedio de 10 frutos seleccionados al azar en tres diferentes calibres.

³ Diámetro promedio de 10 frutos seleccionados al azar en tres diferentes calibres.

(1977), citado por Torres *et al.*, (1999), quien afirma que en la Provincia de Osorno variaron entre 9,4 y 10,4 mm. Estudios realizados en la VII Región por Lavín y Vega (1996), señalan que el fruto de murtilla tiene un diámetro de aproximadamente 7 mm y un peso que oscila entre 0,25 y 0,4 g.

Según Seguel *et al.*, (2000), citados por Águila (2008), la variable diámetro ecuatorial del fruto demostró ser mayor en la Región de Los Lagos y la Región de los Ríos, encontrando frutos con un diámetro superior a 1 cm en un alto porcentaje de accesiones de murtilla. Además, Seguel *et al.* (2006) señalan que esta característica está dada, porque en la época fenológica de crecimiento del fruto, en esas regiones, cae una mayor cantidad de agua lluvia. Seguel y Torralbo (2004) señalan que el ecotipo

de mayor peso y diámetro fue encontrado en la Isla de Chiloé, Región de Los Lagos, el cual es conservado actualmente por INIA Carillanca.

En relación a los párrafos anteriores, es posible concluir que los resultados para tamaño y peso obtenidos en el presente estudio representan valores intermedios a los señalados por la literatura. Sin embargo, en todos los calibres estudiados no se encontraron diferencias significativas para peso y diámetro entre los diferentes tratamientos y el testigo.

Crecimiento vegetativo de las plantas de murtilla. Según los resultados obtenidos en ensayos en altura de plantas y diámetro de copa, realizados en Puerto Saavedra, Región de la Araucanía ya sea a través de tratamientos de fertilización o a través de distintos genotipos, fue posible apreciar que las condiciones de

Cuadro 10. Promedio de altura final y crecimiento de plantas al momento de la cosecha de frutos.**Table 10. Average final height and plant growth during harvesting time.**

Tratamientos	Altura promedio final por planta ¹ (cm)	Crecimiento de plantas ² (cm)
Riego 80%	52,94 ab	29,88 ab
Riego 40%	59,44 b	33,39 b
Hidrogel	45,72 a	19,97 a
Sin Riego	53,56 ab	26,81 ab

¹ Promedio de 32 plantas por tratamiento y el testigo.

² Crecimiento registrado desde septiembre de 2006 a marzo de 2007.

Cuadro 11. Promedio de peso verde y seco y porcentaje de humedad de plantas de murtilla al finalizar el periodo de producción.

Table 11. Average green and dry weight and moisture percentage of plants at the end of the production period.

Tratamientos	Promedio		Promedio		% de humedad de las plantas ²
	peso (g) verde ¹		peso (g) seco ¹		
Riego 80%	123,18	a	58,08	a	47,15
Riego 40%	114,27	a	57,03	a	49,91
Hidrogel	102,40	a	48,98	a	47,83
Sin Riego	124,50	a	55,03	a	44,20

¹ Peso total promedio del follaje y raíces de 32 plantas por tratamiento y el testigo.

² Porcentaje de humedad obtenido del peso seco y verde de 32 plantas.

riego determinaron mayores valores de estos parámetros que bajo condiciones sin riego, situación que sin duda debería influir en las evaluaciones de rendimiento a realizar bajo ellas (Seguel *et al.*, 2006).

Altura de plantas al final del periodo productivo. Se realizó una medición de la altura de las plantas de murtilla después de la cosecha de los frutos. Los datos tabulados en el Cuadro 10 muestran el promedio de las cuatro repeticiones de cada tratamiento y el testigo. Además, se observa el promedio del crecimiento de las plantas de murtilla durante el ensayo. En el cuadro es posible ver que en los tratamientos no se presentaron diferencias significativas en el promedio de altura final y el crecimiento de las plantas durante el ensayo, con respecto al testigo del estudio. Se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos Riego 40% e Hidrogel para las

variables promedio de altura final y crecimiento de plantas registrado durante el ensayo. Esta diferencia, sin embargo, no tiene relevancia. También es posible observar una tendencia de desarrollo vegetativo a favor del tratamiento Riego 40%.

Peso promedio de materia verde y seca de las plantas. En el Cuadro 11 se observa que a partir de los datos obtenidos, no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas para las variables promedio de peso verde y seco de plantas de murtilla. Además, en el cuadro anterior se presenta el porcentaje promedio de humedad presente en las plantas. De estos resultados se puede deducir que la planta presenta un porcentaje de materia seca levemente superior al 50%.

En el Cuadro 12 se observan los resultados obtenidos del promedio del peso seco de raíces y follaje de las plantas de murtilla evaluadas.

Cuadro 12. Promedio de peso seco de raíz y follaje de plantas de murtilla.

Table 12. Average root and foliage dry matter weight of murtilla plants.

Tratamientos	Promedio peso seco (g) ¹	
	Raíz	Follaje
Riego 80%	11,88 a	46,19 a
Riego 40%	9,57 a	47,46 a
Hidrogel	8,53 a	40,45 a
Sin Riego	9,66 a	45,37 a

¹ Promedio de peso seco de raíces y follaje de 8 plantas por tratamiento y el testigo.

No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo. Sin embargo, es posible observar una leve tendencia a favor de los tratamientos regados en los promedios de peso seco.

CONCLUSIONES

Según el análisis de los resultados obtenidos en terreno y tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales se trabajó, es posible concluir lo siguiente:

-La distribución de las precipitaciones durante el estudio fue anormal para el mes de diciembre, observándose un superávit de 145%, factor que pudo influir en la reserva hídrica para el mes de enero.

-Bajo condiciones de riego, fue posible establecer diferencias estadísticamente significativas en las variables de número total de frutos cosechados y promedio de número de frutos cosechados por planta de murtila.

-Los mejores resultados fueron obtenidos con el tratamiento de Riego 40%, el cual logró un rendimiento de frutos en su primer año de producción de 92,08 kg ha⁻¹. El tratamiento Riego 80% probablemente tuvo una oferta excesiva de agua.

-No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las variables diámetro ecuatorial de los frutos, peso promedio individual de los frutos, promedios de pesos de planta en verde y en seco con respecto al testigo.

-Los bajos rendimientos y valores de crecimiento vegetativo observados en el tratamiento con hidrogel podrían explicarse por el hecho que al absorber el agua de las precipitaciones el producto se expandió a tal extremo, que pudo provocarle daño mecánico a las nuevas raíces finas de las plantas.

-En su primer año de producción, la murtila no manifestó gran reacción a la aplicación de tratamientos hídricos, indicando con ello la condición de rusticidad de la especie. Por las normales condiciones de estrés a las cuales se ve sometida una planta luego de la plantación, un estudio en el segundo año de producción debería ser más concluyente.

-Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, es posible concluir que se rechaza parcialmente la hipótesis planteada en los objetivos del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILA, C. 2008. Evaluación económica comparativa del cultivo comercial de murtila (*Ugni molinae* Turcz.), respecto al rubro central de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) de la costa norte de Valdivia. Estudio de caso. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 136 p.
- CHILE, FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF). 2009 a. Nacen dos variedades "made in Chile" de murtila. <<http://www.fondef.cl/content/view/416/130/>>
- CHILE, FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF). 2009 b. Murtila (*Ugni molinae*): el berry nativo del sur de Chile. <http://www.murtillachile.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=65>
- KÜHNE, A.; NISSEN, J. 1973. Estudio mineralógico, petrográfico y físico-hídrico de los principales suelos de la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 166 p.
- LAVIN, A.; VEGA, A. 1996. Caracterización de frutos de murtila (*Ugni molinae* Turcz.) en el área de Cauquenes. Agricultura Técnica (Chile) 56 : 64- 67.
- NISSEN, J. ; TAPIA, J. 1996. Efecto de la aplicación de una poliacrilamida sobre la nutrición de ballica (*Lolium multiflorum*) en un suelo volcánico. Agro Sur 24:206-212.
- NISSEN, J.; ARAYA, E. 1997. Caracterización físico hídrica de dos poliacrilamidas de uso agrícola. Simiente 68:52-67.
- NISSEN, J.; HOFFMANN, J. E. 1998. Evaluación de cuatro sistemas de abastecimiento hídrico sobre la producción de frutillas (*Fragaria x ananassa*) en la provincia de Valdivia. Agro Sur 26:1-11 .
- PARRAGUE, J. I.; NISSEN, J. 1998. Efecto de diferentes sistemas de manejo hídrico sobre la producción de frambuesas (*Rubus idaeus* L.) en el sur de Chile. Agro Sur 26:59 65.
- SEGUEL, I.; PEÑALOZA, E.; GAETE, N.; MONTENEGRO, A.; TORRES, A. 2000. Colecta y caracterización molecular de germoplasma de murta (*Ugni molinae* Turcz.) en Chile. Agro Sur 28 (2): 32-41.

- SEGUEL, I.; RIVEROS M.; LEHNEBACH, C.; TORRES, A. 1999. Antecedentes fenológicos y reproductivos de *Ugni molinae* Turcz. (Myrtaceae). *Phyton* 65:13-21.
- SEGUEL, I.; TORRALBO, L. 2004. Murtilla: El berry nativo del Sur de Chile. *Revista Tierra Adentro* N° 57: 20-25.
- SEGUEL, I.; SAN MARTÍN, J.; MONTENEGRO, A.; AGUILERA, A.; ELLENA, M.; TORRALBO, L. 2006. Informe Final Proyecto FDI-CORFO: Domesticación y desarrollo de la murtilla (*Ugni molinae* Turcz), una baya nativa para la Zona Sur de Chile. Cod. 02C8AT-04. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 196 p.
- SEGUEL, I.; FLANDEZ, R.; PEÑALOZA, E.; MONTENEGRO, A.; TORRALBO, L.; FRANCE, A.; ESPINOZA, N.; SAN MARTÍN, J. 2009. Cultivo de la murtilla, paquete tecnológico preliminar. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informativo N°34. 6 p.
- TORRALBO, L.; SEGUEL, I. 2009. Estrategia de valorización para la domesticación de un recurso genético nativo de Chile: caso murtilla (*Ugni molinae* Turcz). VII Simposium de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. Proceeding Tomo 1 pp. 489-490.
- TORRES, A.; SEGUEL, I.; CONTRERAS, G.; CASTRO, M. 1999. Caracterización físico-química de frutos de murtilla *Ugni molinae* Turcz. *Agricultura Técnica (Chile)* 59: 260-270.
- VENEGAS, A.; WILCKENS, R.; HEVIA, F.; TAPIA, M. 1995. Murtilla (*Ugni molinae* T.). Estados fenológicos. *Agrociencia (Chile)* 11:5-8.