

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL



VALORACIÓN DEL EFECTO DE  
DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE *Abelia*  
*grandiflora* e *Hydrangea macrophylla*,  
PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO  
GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD  
(Parte 2)

Rubén Fuentes González

San Cristóbal de La Laguna, junio de 2023

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE  
GRADO POR SUS DIRECTORES**

**CURSO 2022/2023**

DIRECTOR: María Candelaria Vera Batista

DIRECTOR – COORDINADOR: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández

como directores del alumno D. **Rubén Fuentes González** en el TFG titulado: **Valoración del efecto de diferentes tipos de agua sobre y *Abelia grandiflora* e *Hydrangea macrophylla*, plantas ornamentales con distinto grado de resistencia a la salinidad (Parte 2).**

n.º de Ref. 6,

Damos nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a 1 de mayo de 2023

Fdo.	Fdo.
------	------

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero empezar agradeciendo la ayuda y tiempo aportado por parte de mis tutores durante el desarrollo del siguiente proyecto, en concreto a Isidoro Jesús Rodríguez Hernández y María Candelaria Vera Batista, así como la ayuda de Antonio Siverio Núñez en la parte de identificación de plagas y enfermedades y a la profesora Beatriz Abdul-Jalbar Betancor por su ayuda en la gestión y comprensión de los datos en el desarrollo de la parte estadística.

Agradecer además a Jorge Camacho Espino por su ayuda para la obtención y transporte del agua desalada utilizada, a Domingo Luis Navarro por los datos climatológicos recopilados, así como al personal de la Escuela Politécnica Superior de ingeniería de la sección de ingeniería agraria, por su ayuda en el mantenimiento del ensayo.

También me gustaría agradecer a José Luis Cruz García, químico colegiado de la empresa Canarias Explosivos S.A. por la elaboración de las analíticas de los distintos tipos de aguas utilizadas en el proyecto, así como la profesionalidad de los empleados en la recepción de las muestras.

Por último, agradecer a mi familia como a mis mascotas por el apoyo que me han dado durante todo el periodo de realización de este Trabajo de Fin de Grado.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	3
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
3.1. Salinidad .....	4
3.1.1 Concepto, historia y evolución .....	4
3.1.2 Efecto de la salinidad en las plantas .....	13
3.1.2.1 Efecto osmótico .....	13
3.1.2.2 Efecto tóxico .....	14
3.1.2.3 Efecto nutricional .....	15
3.1.3 Efecto de la salinidad en las plantas ornamentales .....	15
3.2 Tolerancia a la salinidad .....	26
3.2.1 Características recomendadas para el agua de riego .....	30
3.2.2 Aguas subterráneas .....	31
3.2.3 Agua marina desalada .....	33
3.2.3.1 Métodos de desalación más utilizados .....	34
3.2.3.1.1 Osmosis inversa.....	34
3.2.3.1.2 Destilación.....	35
3.2.3.2 Situación en España .....	35
3.2.3.3 Situación en Canarias .....	35
3.2.3.4 Características químicas del agua marina desalada .....	37
3.2.3.5 Tratamientos del agua desalada para su uso agrícola .....	39
3.2.3.6 Coste en la agricultura del agua marina desalada .....	40
3.2.3.7 La problemática de las aguas salobres .....	41
3.3 Material vegetal .....	43
3.3.1 <i>Abelia grandiflora</i> (Rehder, 1900) .....	43
3.3.1.1 Taxonomía .....	43
3.3.1.2 Morfología .....	44
3.3.1.3 Requerimientos .....	45
3.3.1.4 Propagación .....	45
3.3.1.5 Plagas y Enfermedades .....	45
3.3.2 <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. ....	49
3.3.2.1 Taxonomía .....	49
3.3.2.2 Morfología .....	50
3.3.2.3 Requerimientos .....	50
3.3.2.4 Propagación .....	51
3.3.2.5 Floración .....	51
3.3.2.6 Plagas y enfermedades .....	51
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	55
4.1 Ubicación .....	55
4.2 Ensayo experimental .....	56
4.2.1 Características de los diferentes tratamientos .....	57
4.2.1.1 Modo de obtención y características del agua marina desalada....	57
4.2.1.2 Agua de testigo .....	59
4.2.1.3 Agua de rechazo .....	60
4.3 Riego .....	60
4.4 Parámetros evaluados .....	61
<b>5. OBSERVACIONES DEL ENSAYO</b> .....	62
5.1 Temperaturas medias .....	62
5.2 Plagas y tratamientos .....	65
5.3 Procesamiento estadístico de los datos .....	66

<b>6. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
6.1 <i>Abelia grandiflora</i> (Rehder, 1900) .....	68
6.1.1 Altura de la planta .....	68
6.1.2 Ancho de la planta .....	70
6.1.3 Distancia de los entrenudos.....	72
6.1.4 Longitud de la hoja .....	74
6.1.5 Ancho de la hoja .....	76
6.1.6 Media del número de flores producidas.....	78
6.2 <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. ....	80
6.2.1 Altura de la planta .....	80
6.2.2 Ancho de la planta .....	82
6.2.3 Diámetro del tallo .....	84
6.2.4 Número de botones florales.....	86
6.2.5 Diámetro de la inflorescencia .....	88
6.2.6 Longitud de la hoja.....	90
6.2.7 Ancho de la hoja .....	92
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>8. CONCLUSIONS.....</b>	<b>95</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>96</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>101</b>
11.1 Anexo 1: Analítica de agua .....	102
11.2 Anexo 2: Parámetros de calidad del agua. ....	105
11.3 Anexo 3: Datos meteorológicos durante el ensayo .....	106
11.4 Anexo 4: Fotografías .....	112

# Tabla de ilustraciones

**Ilustración 1:** Agricultura en Egipto

**Ilustración 2:** Distribución de la superficie de regadío con problemas de salinización en España.

**Ilustración 3:** Estado actual de degradación de los suelos por salinización en Canarias.

**Ilustración 4:** Estado actual de la degradación de los suelos por sodificación en Canarias.

**Ilustración 5:** Esquemas de los fenómenos de osmosis natural y osmosis inversa

**Ilustración 6:** Proceso de destilación.

**Ilustración 7:** Distribución de costes de la desalación.

**Ilustración 8:** *Abelia x grandiflora*

**Ilustración 9:** *Hydrangea macrophylla*

**Ilustración 10:** Distintas fases de la planta desaladora por osmosis inversa del agua marina de 2 etapas.

# **TITULO: VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE *Abelia grandiflora* e *Hydrangea macrophylla*, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD**

**AUTORES:** Fuentes González, R.; Rodríguez Hernández, I.; Vera Batista, M. C.

**Palabras clave:** Recursos hídricos, Acuíferos, Salinidad, Tratamientos

## **Resumen**

La obtención del agua desalada es cada vez más necesaria, sobre todo en zonas donde escasean los recursos hídricos. Canarias es el ejemplo perfecto, debido a la sobreexplotación de los acuíferos existentes que promueven la intrusión marina y a la sobrepoblación de ciertas zonas debido al turismo intensivo de nuestras islas, hacen que el agua obtenida de los acuíferos se destine íntegramente para el consumo humano, llegando a usar aguas tratadas o desalinizadas para las demás labores, como la jardinería o cultivos agrícolas. El siguiente ensayo se llevó a cabo en la Sección de ingeniería Agraria de la EPSI, en la ULL y consistió en el uso de tres tipos de aguas con diferentes conductividades eléctricas para el riego de dos especies diferentes, la *Hydrangea macrophylla* catalogada como resistente a la salinidad y la *Abelia grandiflora*, catalogada como sensible.

El ensayo se llevó a cabo bajo un invernadero tipo canario, sobre mesas de aproximadamente 8 metros de longitud y 2 metros de ancho. Las plantas se colocaron en macetas de 15 cm de diámetro con un sustrato compuesto a base de tierra, arena y picón en la proporción 1:1:0.5. El ensayo consta de tres bloques compuestos por los tres tratamientos a aplicar, siendo T1 = Agua desalada; T2 = Agua testigo y T3= Agua de rechazo (Agua procedente de la mezcla de galería y pozo obtenida por osmosis inversa).

En total, el ensayo se compuso de 108 plantas, 54 de *Abelia grandiflora* y 54 de *Hydrangea macrophylla*. Durante la realización del ensayo se fueron tomando datos de diferentes parámetros cuantitativos como la altura de la planta, la anchura de la planta, el número de flores, el diámetro de flor, la longitud y ancho de la hoja, el diámetro del tallo y la longitud de los entrenudos. Así mismo, se nombran las plagas y enfermedades que fueron apareciendo a lo largo de su desarrollo y crecimiento. Una vez finalizado el ensayo, se analizaron los datos obtenidos con el programa de análisis estadístico IBM SPSS Statistics, observándose que existían diferencias significativas en algunos de los parámetros analizados entre los distintos tratamientos utilizados, siendo el tratamiento T1 el que proporcionó los mejores resultados en cuanto al desarrollo vegetativo de la *Abelia grandiflora* e *Hydrangea macrophylla*, aunque produciendo complicaciones en la emergencia floral en el caso de la *Abelia grandiflora*.

**TITLE: ASSESSMENT OF THE EFFECT OF DIFFERENTS TYPES OF WATERS ON *Abelia grandiflora* and *Hydrangea macrophylla*, ORNAMENTAL PLANTS WITH DIFFERENT DEGREE OF RESISTANCE TO SALINITY**

**AUTHORS: Fuentes González, R; Rodríguez Hernández, I.; Vera Batista, M. C.**

**Key words: Water resources, Aquifers, Salinity, Treatments**

**Abstract**

Obtaining desalinated water is increasingly necessary, especially in areas where water resources are scarce. The canary Islands is the perfect example, due to the overexploitation of existing aquifers that promote marine intrusion and the overpopulation of certain areas due to intensive tourism of our islands, mean that the water obtained from the aquifers is entirely used for human consumption, even using treated or desalinated water for other tasks, such as gardening or agricultural crops. The following test was carried out in the Agricultural Engineering Section of the EPSI, in the ULL and consisted of the use of three types of water with different electrical conductivities for the irrigation of two different species, the *Hydrangea macrophylla* cataloged as resistant to salinity and the *Abelia grandiflora*, cataloged as sensitive.

The test was carried out under a canary-type greenhouse, on tables approximately 8 meters long and 2 meters wide. The plants were placed in 15 cm diameter pots with a substrate composed of soil, sand and picón in a 1:1:0.5 ratio. The test consists of three blocks made up of the three treatments to be applied, where T1= Desalinated water, T2= Control water and T3= Rejection water (Water from the gallery and well mixture obtained by reverse osmosis).

In total, the trial consisted of 108 plants, 54 of *Abelia grandiflora* and 54 of *Hydrangea macrophylla*. During the test, data on different quantitative parameters such as plant height, plant width, number of flowers, flower diameter, leaf length and width, stem diameter and internode length. Likewise, the pests and diseases that appeared throughout its development and growth are named. Once the test was finished, the data obtained with the statistical análisis program IBM SPSS Statistics were analyzed, observing that there were significant differences in some of the differences in some of the parameters analyzed between the different treatments used, with treatment T1 being the one that provided the best results in terms of to the vegetative development of *Abelia grandiflora* and *Hydrangea macrophylla*, although producing complications in the floral emergence in the case of *Abelia grandiflora*.



## 1. Introducción

La agricultura es una de las actividades humanas que mayor cantidad de agua consume anualmente. El agua potable es un recurso cada vez más caro y escaso en muchas zonas del mundo, siendo actualmente un bien al que un tercio de la población humana no tiene acceso directo a ella o lo hace con mucha dificultad. Este puede ser el caso de Canarias, que cuenta con una alta densidad poblacional de más de dos millones de personas en tan solo 7.492 km<sup>2</sup> y con una población flotante debido al turismo de más de catorce millones de acuerdo con el censo de 2022 de la INE (Instituto Nacional de Estadística), lo que constituye un problema de primer orden.

Los recursos hídricos son escasos y diferentes según las islas en función de su situación geográfica, orografía y climatología local, sin considerar el cambio climático. Por estas razones, desde hace años se intenta realizar un mejor aprovechamiento del agua procedente de los pozos y galerías, en aquellas islas donde éstas existan, como es el caso de las islas más occidentales o, por el contrario, se ha tenido que recurrir a la búsqueda de métodos alternativos que suplan esta carencia en las otras islas, las orientales principalmente. Así surgió la primera desaladora de Canarias y de España, en la isla de Lanzarote en 1964, con una producción de 2550 m<sup>3</sup>/día de agua potable, a ésta se le unió poco tiempo después otra en Gran Canaria y posteriormente otras distribuidas por las diferentes islas, de forma que actualmente Canarias junto a la zona del Sureste Español, son las zonas productoras de agua desalada más importantes y convierte a España en el primer país europeo en producción de agua de este tipo y el tercero del mundo en capacidad de generación (Martínez Álvarez S. Martín Gorrín, 2014). Otra alternativa importante actualmente, es la depuración de las aguas urbanas residuales.

Con la desalación del agua marina hay que decir que hoy en día existen más de 300 plantas desaladoras en toda Canarias con una producción estimada de 243 millones de m<sup>3</sup>/año. En islas como Fuerteventura y Lanzarote, el 100% del agua potable procede de la desalación del agua marina. Existen dos procedimientos que permiten esta desalación. El primero es por destilación y el segundo por ósmosis inversa. Este último es el más utilizado en España y en Canarias en particular. Por otro lado, resulta muy interesante el uso que se puede hacer de estas aguas en la agricultura, aunque su contenido en sales puede ser un impedimento.

Uno de los sectores agrícolas de gran importancia en Canarias es el sector ornamental y la jardinería. Cada día son más las zonas verdes en los diferentes pueblos y ciudades, especialmente en zonas turísticas. Estas zonas demandan un volumen considerable de agua que como ya se ha mencionado, es cada vez más escasa y cara, por lo que resulta interesante el uso alternativo de estas aguas desaladas, pero es necesario que estas no produzcan una reducción importante en la producción, desarrollo y valor estético de las plantas

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

ornamentales utilizadas en estas zonas (Cassaniti et al, 2012) además de que su coste debe ser asumible.

Por tanto, debe considerarse necesario la búsqueda de especies con un menor consumo hídrico, que además presenten una mayor resistencia a la presencia de sales. Es por ello que resulta de interés teniendo en cuenta todo lo explicado, realizar ensayos en el que se apliquen diferentes concentraciones salinas en diferentes especies, con distinto grado de resistencia a la salinidad buscando una solución adecuada para cada caso.

Los resultados correspondientes al primer año de estudio fueron ya presentados por el alumno Rumén Padilla Labrador en su TFG en septiembre de 2021, siendo el presente documento la continuación de dicho ensayo.

Este trabajo, se enmarca en el proyecto de investigación E5 DES que pertenece al Programa de Cooperación Territorial INTERREG V A España-Portugal MAC 2014-2020.

## **2. Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar las respuestas de dos especies ornamentales, la Abelia (*Abelia grandiflora*) y la Hortensia (*Hydrangea macrophylla*) considerada la primera sensible y la segunda resistente a la salinidad. Se comprobará el desarrollo de las especies y si es posible el uso de alguno de los diferentes tipos de agua como sustituto para su riego normal en jardinería. Este trabajo presenta los resultados obtenidos el segundo año del ensayo.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Salinidad

##### 3.1.1 Concepto, historia y evolución

El uso continuo de aguas con una elevada concentración salina en el suelo a lo largo del tiempo puede acarrear problemas a los cultivos que se establezcan en el mismo, incluso ocasionar su muerte. La salinidad de un suelo se puede definir como una concentración de sales solubles en un suelo dado (Sánchez et al., 2016). Coincidiendo con la definición que propone la RAE, las sales retienen el agua en el suelo con un alto potencial osmótico que limitan un fácil intercambio de agua y nutrientes con las raíces de las plantas.

Las causas que provocan la salinidad en los suelos pueden agruparse en dos: primarias y secundarias. Las primarias son producidas por procesos naturales como, el contenido de sal del material de origen, aguas subterráneas o la acumulación de las sales contenidas en el agua de lluvia, a largo plazo. Las secundarias que son producidas por la acción humana, como es el riego con elevado contenido en sales o drenaje insuficiente, de los cultivos (Dregne, 1976), también puede ser ocasionada por los cambios climáticos y la elevación del nivel del mar.

Causas primarias	Causas secundarias (inducidos por el hombre)
Materiales precursores salinos	Aplicación de irrigación
Clima (clima árido y semiárido)	Aplicación inapropiada de fertilizantes
Agua subterránea	Eliminación inadecuada de residuos
Agua marina/salobre	Uso inadecuado de aguas residuales
Partículas de sal arrastradas por el viento	Mal uso de enmiendas del suelo
Inundaciones/escurremientos de zonas afectadas por salinidad	Manejo inadecuado de suelo-agua y cambio en el uso de la tierra

**Cuadro 1: Causas de problemas de salinidad en los suelos. Fuente: (Omuto et al., 2021).**

Por otro lado, los suelos afectados por la salinidad se pueden clasificar en 3 tipos distintos. Esta clasificación fue propuesta por primera vez por Richard (1954) por (Omuto et al., 2021) teniendo en cuenta la conductividad eléctrica (CE), el pH y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) o la relación de absorción de sodio (RAS). (Omuto et al., 2021).

- **Salinos:** Suelos con exceso de sales solubles, en los cuales  $CE > 4$  dS/m,  $pH < 8.5$ , y  $PSI < 15$  ( $RAS < 13$ )
- **Sódicos:** Suelos con exceso de iones de sodio intercambiable, en los cuales  $CE > 8.5$ , y  $PSI > 15$  ( $RAS > 13$ )
- **Suelos salinos-sódicos:** Suelos con alto contenido de sales solubles y una apreciable cantidad de iones de sodio capaces de hidrólisis alcalina. Los suelos tienen  $CE > 4$  dS/m,  $pH < 8.5$ , y  $PSI > 15$  ( $RAS > 13$ )

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

De acuerdo con (Wicke et al., 2011), en el Mundo hay 1.128 millones de hectáreas afectadas (Tablas 2). Según (Flowers & Leo, 1995, Ravindran et al, 2007), citados por (Cassaniti et al., 2012), un tercio de los suelos regados se ven afectados por la salinidad, produciendo una disminución significativa de la producción.

Esto se produce como consecuencia de la acumulación de cantidades de sales debido a la baja permeabilidad de los suelos que tienen una textura muy fina y que se encuentran en cuencas y depresiones del terreno o debido a la presencia de una capa freática a poca profundidad, donde las sales ascienden hasta la superficie del suelo como consecuencia de procesos causados por la evaporación. El problema también puede ser importante en áreas verdes que son regadas con agua salina y en paisajes o jardines costeros donde las plantas se pueden ver afectadas directamente por las sales que contiene el agua de mar (Ferrante et al., 2011).

El proceso de salinización de los suelos sucede desde épocas muy antiguas, lo cual ha provocado incluso que algunos pueblos, como ocurrió con las antiguas civilizaciones de Sumeria en Mesopotamia y en Egipto, se contase con un sistema de red de riego que les permitió una agricultura muy productiva que mantuvo a la población de aquella época. Los sumerios acumulaban el agua en presas construidas a través del Éufrates y luego era conducida hacia los campos a través de una red de canales que funcionaban por la fuerza de la gravedad. (R. Brown, 2006). Debido al poco drenaje subterráneo de la zona y a la alta evaporación por las condiciones ambientales, se fueron con el tiempo acumulando sales en el suelo, haciendo bajar la productividad de los cultivos. Esta situación condujo en un principio, a que los sumerios tuvieran que cambiar su principal cultivo que era el trigo por la cebada, que tiene una mayor resistencia a la salinidad. Aunque esto no acabó con el problema, ya que se siguieron acumulando sales en el subsuelo, provocando que la cebada tampoco fuera productiva, quedando el suelo inservible para cualquier cultivo. Esto obligó que tuvieran que ir cambiando sus asentamientos, a medida que los suelos iban incrementando su carga salina.

En el caso de los egipcios, estos crearon canales similares a los sumerios que conducían el agua hasta los cultivos aprovechando las distintas crecidas de las aguas del río Nilo, además de almacenar el agua en estanques hasta la siguiente crecida, siendo la inundación producida por el Nilo más larga que la del Éufrates, lo que mantenía un nivel de limo fértil en el suelo de un modo más estable, permitiendo sembrar en el mes de noviembre y cosecharse en febrero-marzo (Cubero et al., 2018).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



**Ilustración 1: Agricultura en Egipto**

Por otro lado, se puede producir una afección indirecta debido a la contaminación de las aguas dulces subterráneas, llegando a afectar también al agua de pozos o galerías, ya sea por la acción del hombre, por la propia naturaleza de los materiales volcánicos o por la intrusión de agua marina en muchos pozos del litoral.

Actualmente esta situación es grave en todo el planeta, pero es mayor en unas zonas que en otras. En concreto se considera que es un problema muy grave en Asia Central. En el caso de Europa, se estima que hay unos 50 millones de hectáreas afectadas. Hungría, España, Rusia y Ucrania concentran más de las tres cuartas partes de los suelos afectados por sales de todo el territorio europeo (Szabolcs,1996) citado por (Sánchez et al, 2016). La FAO incluye también a Turquía, entre los países altamente afectados.

En la Tabla 1 se estiman las áreas afectadas en diferentes regiones del mundo, donde se observa que las zonas más afectadas están en Europa y Sudamérica y en el Norte y Centro de África y en el Pacífico.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 1: Estimaciones globales de áreas afectadas por salinidad.**

Región	Massoud (1974) y Szabolc (1976)	Squires y Glenn (2004)	Wicke et al. (2011)	FAO-ITPS- GSP (2015)
Norteamérica	15.755	15.8	84	15.8
Centroamérica	1.965	2	5	2
Sudamérica	129.163	129.2	84	129.3
Europa (y ex URSS)	50.747	-	129	30
África	80.438	209.6	322	209.6
Norte y centro de Asia	211.448	211.4	274	211.7
Sur de Asia	85.108	84	52	84.1
Sudeste de Asia	19.983	20	6	20
Pacífico	357.568	357.5	169	357.6
Total, Global (Millones de Has.)	952.175	1029.5	1125	1060.1

Fuente: (Omuto et al., 2021).

En la Tabla 2 se puede ver las hectáreas afectadas en el mundo dependiendo de la superficie que ocupan los tipos de suelo salino o sódico.

**Tabla 2: Distribución mundial de suelos salinos y sódicos en millones de hectáreas.**

Continente	Suelos salinos	Suelos sódicos	Total
<b>Norteamérica</b>	6.2	9.6	15.8
<b>Centroamérica</b>	2.0	---	2.0
<b>Suramérica</b>	69.4	59.6	129.0
<b>África</b>	53.5	27.0	80.5
<b>Asia</b>			
Sur	83.3	1.8	85.1
Norte y centro	91.6	120.1	211.7
Sudeste	20.0	---	20.0
<b>Europa</b>	7.8	22.9	30.7
<b>Australasia</b>	17.4	340.0	357.4
<b>TOTAL</b>	351.5	581.0	932.2
<b>Porcentaje sobre el total</b>	37.7%	62.3%	

Fuente: (Szablocs, 1989)

En la Tabla 3, se observa las áreas afectadas por la intervención del hombre en las zonas regables a nivel mundial.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 3: Estimaciones de la salinización inducida por el hombre en las tierras de regadío a nivel mundial para el año 1987.**

País	Área cultivada (Mill, ha)	Área regada (Mill, ha)	Porcentaje del área cultivada bajo regadío (%)	Área afectada por sales (Mill, ha)	Porcentaje del regadío afectado por sales (%)
China	96.67	44.83	46.2	6.70	15.0
India	168.99	42.1	24.9	7.00	16.6
Países independientes Commonwealth (Rusia, Ucrania, Bielorrusia, etc)	232.57	20.48	8.8	3.70	18.1
Estados Unidos	189.91	18.10	9.5	4.16	23.0
Pakistán	20.76	16.08	77.5	4.22	26.2
Irán	14.83	5.74	38.7	1.72	30.0
Tailandia	20.05	4.00	19.9	0.40	10.0
Egipto	2.69	2.69	100.0	0.88	33.0
Australia	47.11	1.83	3.9	0.16	8.7
Argentina	35.75	1.72	4.8	0.58	33.7
Suráfrica	13.17	1.13	8.6	0.10	8.9
Subtotal	842.80	158.70	18.8	29.62	20.0
Total, Mundial	1473.70	227.11	15.4	45.4	20.0

Fuente: (FAO, 1989).

En la Tabla 4 citan la superficie en miles de hectáreas afectadas la salinización en Europa.

**Tabla 4: Extensión de la salinización en Europa según diferentes estudios. Superficie en miles de hectáreas.**

Estado	Szabolcs 1989	Suelos salinos		Crecimiento 2003	Szabolcs 1989	Suelos sódicos	
		FAO 1997	FAO & ISRIC 2000			FAO 1997	Crecimiento 2003
Albania	--	--	--	--	--	--	--
Bulgaria	5	--	770	--	20	--	--
Chequia	--	--	--	--	--	--	--
Chipre	--	--	--	--	--	--	--
Eslovaquia	--	--	--	--	--	--	4.9
España	--	2400	600	1050	--	0.0	--
Ex Checoslovaquia	6.2	--	--	--	14.5	--	--
Ex U.R.S.S	7546	--	--	--	21998	--	--
Ex Yugoslavia	20	--	--	--	235	--	--
Francia	175	--	--	--	75	--	--



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

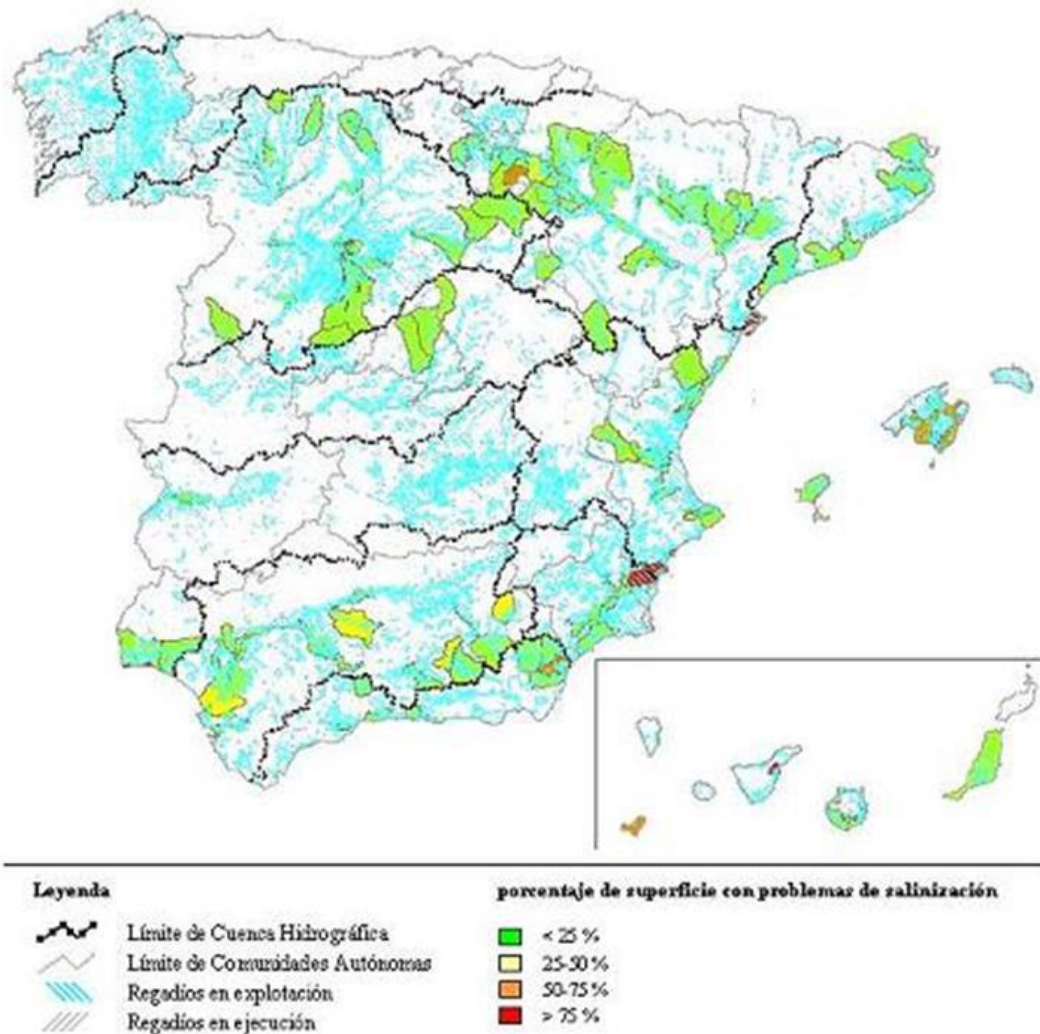
Grecia	--	--	--	--	--	--	--
Hungría	1.6	500	4030	150	380.5	1800	850
Italia	50	400	--	--	--	0.0	--
Malta	--	--	--	--	--	--	--
Moldavia	--	--	2290	--	--	--	--
Portugal	--	--	--	--	--	--	--
Rumanía	40	500	--	--	210	1100	--
Rusia europea	--	--	2450	--	--	--	--
Turquía	--	2000	--	--	--	500	--
Ucrania	--	--	40	--	--	--	--

Fuente: (Crescimanno, 2003).

Haciendo referencia a España según (Szabolcs,1989) existían unas 840.000 hectáreas afectadas por procesos de salinización a finales de la década de los 80 del siglo pasado, cifras que lógicamente después se habrán visto incrementadas treinta años después.

Como se observa en la Ilustración 2, la zona más afectada por la salinización de los suelos en España se encuentra en el Sureste, en la región de Murcia. Concretamente en el Valle del Segura (Cánovas y Cerdá, citado por Fernández – Ruíz, 2012). Pero como señala Gisbert (1991), no es la única, hay otras zonas afectadas como: el Valle del Ebro, el curso medio y bajo del río Guadalquivir, el Valle de Guadalentín, varios puntos de la zona costera mediterránea y regiones insulares.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



**Ilustración 2. Distribución de la superficie de regadío con problemas de salinización en España. Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPAMA) (2002).**

Según Gisbert 1991, en Canarias el grado de afectación por salinidad también es importante. En Fuerteventura hay un 54% de territorio afectado, en Lanzarote un 30%, Gran Canaria un 12%, La Gomera un 10% y Tenerife un 9%.

En la Ilustración 3, se puede observar el estado de degradación de los suelos por salinización en Canarias, a principios de este siglo, expresado en función de la concentración de sales, medida en dS/m. Datos que corroboran lo dicho en el párrafo anterior (Morales-Matos & Pérez-González, 2000).

Igualmente, en la Ilustración 4, se ve el estado de degradación de los suelos por sodificación, expresado en porcentaje de sodio intercambiable (Morales-Matos & Pérez-González, 2000).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



**Ilustración 3: Estado actual de degradación de los suelos por salinización en Canarias. Fuente: (Morales-Matos, Pérez-González, 2000)**



**Ilustración 4. Estado actual de la degradación de los suelos por sodificación en Canarias. Fuente: (Morales-Matos, Pérez-González, 2000)**

Cuando se dice que un suelo es salino es porque posee una concentración de sales elevada que afecta el desarrollo radicular y es por ello por lo que disminuye el crecimiento de los cultivos. Según el laboratorio de salinidad de los EEUU (1954), un suelo salino es aquel que posee una CE mayor de 4 dS/m, en el extracto saturado. Según (Rozema, 1996) citado por (Fernández Ruiz, 2012), un suelo salino para ser considerado como tal, debe tener más del 0.1% del peso seco total de sales.

Los principales cationes y aniones que componen las sales solubles que dan lugar a la salinidad del suelo son:

Cationes: sodio, calcio, magnesio, potasio

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Aniones: cloruro, sulfato, nitrato, bicarbonato (Sánchez et al., 2016).

En el caso de Canarias, hay que tener en cuenta los dos tipos de salinización (González et al., 1991), por lo tanto, hay que considerar además de las causas naturales, el riego continuado con agua salina de escasa calidad, provocando una sobreexplotación de los acuíferos, que produce en los pozos costeros un fenómeno de intrusión marina, mezclándose el agua dulce con la salada (Rodríguez et al., 1991).

Por lo tanto, debido a todo lo expresado anteriormente, desde hace siglos se han venido buscando soluciones. La única forma de eliminar las sales es mediante la práctica de los lavados del suelo. Estos lavados se realizan mediante aplicaciones de dosis de riego elevadas que desplazan las sales a través del suelo hacia horizontes profundos lejos del sistema radicular del cultivo y donde puedan ser evacuadas por los drenajes (Sánchez et al., 2016).

Por otro lado, utilizando diversos métodos que eviten o disminuyan el efecto de la salinidad en el suelo y por lo tanto en las plantas. Una de las alternativas ha sido emplear diferentes variedades y especies según su grado de tolerancia a la salinidad, en aquellas zonas con problemas. Otra alternativa ha sido desalinizar las aguas salinas para uso doméstico, especialmente para su empleo en agricultura.

La desalinización del agua marina está empezando a ser importante en países desertizados o con amplias zonas áridas y con una agricultura tecnificada importante, es el caso de Israel, España, Australia o los Emiratos Árabes Unidos (Martínez-Beltrán y Koo-Oshima, 2006; Ghermandi y Messalem, 2009, citado por Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014).

En Israel se utiliza desde hace años aguas salobres para el riego y a partir de 2006, su uso se ha extendido bastante. Es el único país con unas recomendaciones específicas sobre la composición que debe tener el agua marina desalinizada (AMD) para uso doméstico y agrícola (Lahar y Birnhack, 2007, citado por Martínez Álvarez et al., 2019).

Otro de los países importantes es España. Es el primer país de Europa y el tercero del mundo en capacidad instalada para la producción de AMD y es pionera en la gestión de esta agua. Con dos zonas importantes: El Sureste Peninsular y las Islas Canarias. En Marruecos se está empezando a utilizar agua salobre obtenida por ósmosis inversa (ROBW) (El Harrak et al., 2013, citado por Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014).

En EEUU, existe ya una larga tradición en el uso de ROBW, especialmente en California y en otros estados sureños. Las expectativas de futuros son de un aumento en el uso de estas aguas (Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014).

Otro de los países que apuesta por utilizar agua desalinizada por ósmosis inversa y remineralizada (DSW), debido a los problemas generados por el

cambio climático, es Australia. Por ahora es sólo un proyecto, en agricultura (Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014).

En Arabia Saudí, aún no se tiene ninguna experiencia del uso de agua desalada por ósmosis inversa (ROSW), pero se está investigando sobre nuevas membranas de nanofiltración, que reduzcan los costes energéticos de producción (Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014).

La FAO, menciona en su informe de (Martínez-Beltrán y Koo-Oshima, 2006, citado por Martínez-Álvarez y Martín-Górriz, 2014), que, en Kuwait, están desalinizando aguas residuales recicladas para uso agrario, pero no se menciona que ya se esté regando con estas aguas.

### 3.1.2 Efecto de la salinidad en las plantas

#### 3.1.2.1 Efecto osmótico

Uno de los efectos que puede provocar las sales cuando se encuentran en el suelo en las proximidades de las raíces, es el aumento de la presión osmótica. Las sales actúan en dos fases (Munns, et al. 1995, citado por Fernández-Ruiz, 2012). La primera es la aparición del estrés hídrico a causa de un descenso del potencial hídrico en las raíces. Si la planta se ve sometida a éste, durante un periodo corto de tiempo, no suele presentarse la segunda fase, entendiéndose por segunda fase la aparición de deficiencias nutricionales y toxicidades por iones (Alarcón, et al. 1993, Neumann, et al., 1997, citado por Fernández-Ruiz, 2012). Sin embargo, si la situación persiste, puede aparecer un alto índice de iones lo que provoca una toxicidad específica, que conduce a una deficiencia nutricional (Munns, et al., 1982, citado por Fernández-Ruiz, 2012). Todo ello conduce a que la planta no pueda absorber agua, ni los nutrientes necesarios para que el crecimiento y desarrollo vegetativo sea óptimo (Greenway y Munns, 1980; Tani, 1990; Neumann 1997, citado por Fernández Ruiz, 2012).

Sin embargo, la mayoría de las plantas, poseen mecanismos de defensa, que le permiten soportar la acción de las sales, en mayor o menor medida. Dependerá de este hecho que pueda soportar la presión osmótica. Las que son capaces de resistir esa presión sufren menos daño, en comparación con las que no poseen esa condición. Las primeras logran disminuir su potencial hídrico por debajo del potencial hídrico del suelo y lo hacen disminuyendo su potencial osmótico por la acumulación activa de solutos. Este mecanismo se conoce como ajuste osmótico y consiste en la absorción, acumulación de iones procedentes del medio salino y en la síntesis de solutos orgánicos compatibles. Pero este mecanismo no asegura que la planta vaya a crecer en condiciones adecuadas, debido a que influyen otros factores de tipo biológico o fisiológico que pueden impedir que esto suceda. (Michelena y Boyer, 1982, citado por Fernández – Ruiz, 2012). Según (Turner y Jones, 1980) citado por (Fernández Ruiz, 2012), este ajuste depende



de diversos factores, como son: la velocidad de desarrollo del estrés, las condiciones ambientales y el componente genérico de la especie.

La reducción de la tasa de crecimiento relativo tiene un impacto de estrés sobre el cierre estomático o la fotosíntesis, siendo este último un factor que condiciona el crecimiento (Cramer et al., 1990; Sánchez–Blanco et al., 2002).

Por otro lado, los efectos de la salinidad en una planta pueden depender de otros factores como son, la edad de la misma, (Ayers et al.,1952; Bernstein y Hayward,1958), la humedad relativa (Hoffman y Jobes, 1978), la temperatura (Mozafar y Oertli,1992) e irradiación recibida (Meiri et al.,1982) citados por (Fernández Ruiz, 2012).

Los efectos que provoca la salinidad en las plantas se manifiestan en la disminución del crecimiento de las hojas (Alarcón et al.,1993; Matsuda & Riazi, 1981; Munns & Tester,2008). También la elevada densidad de NaCl puede afectar a las raíces de manera que restringe su longitud y masa (Shannon & Grieve,1999) además de producir un engrosamiento en las plantas (Ibrahim y et al., 1991) citados por (Fernández Ruiz, 2012).

El estrés hídrico asociado a la salinidad se manifiesta, también, en el cambio de la apertura estomática de las plantas que crecen en condiciones de salinidad; aumentando la resistencia al intercambio gaseoso con el fin de limitar las pérdidas de agua a través de la transpiración (Hoffman y Jobes, 1978; Downton et al., 1985) citado por (Fernández Ruiz, 2012).

### 3.1.2.2 Efecto tóxico

Los niveles altos de sales también pueden generar daños a nivel celular, provocando las características necrosis en las hojas y amarillamientos, que pueden ir en aumento y finalizar en una necrosis de ésta. El efecto tóxico generado por niveles críticos iónicos genera una serie de síntomas, de los que se destacan las alteraciones que dichos iones provocan en el metabolismo, los daños que realizan sobre las membranas celulares y los distintos orgánulos (Rains et al.,1980), las disminuciones de diversas actividades enzimáticas (Wyn Jones y Gorham, 1983; Walker et al.,1981) citado por (Fernández-Ruiz, 2012).

Se ha comprobado que la salinidad puede ejercer sus efectos sobre la fotosíntesis y la respiración (Boyer, 1965), la síntesis de proteínas (Kahane y Poljakoff- Mayber,1968) y de ácidos nucleicos (Nieman,1965), las actividades enzimáticas (García et al.,1987; Mengel y Kirkby,1987), y el transporte de solutos (Fernández,1990) citado por (Fernández Ruiz, 2012). También el aumento de las distintas sales provoca desequilibrios nutricionales en las plantas.

### 3.1.2.3 Efecto nutricional

Este efecto se origina en el suelo a partir de iones salinos perjudicando el transporte de componentes nutricionales e importantes para la vida de la planta. Los iones protagonistas en este efecto son el cloro ( $\text{Cl}^-$ ) y el Sodio ( $\text{Na}^+$ ), evitando un equilibrio nutricional.

La toxicidad del  $\text{Cl}^-$  se manifiesta como un ligero bronceado y un amarillamiento de la punta de la hoja seguido de muerte de la punta y necrosis general, mientras que la toxicidad por  $\text{Na}^+$  comienza como un amarilleamiento marginal, seguido de una necrosis progresiva. (Ferguson y Grattan, 2005; Marschner, 1995) citado por (Cassaniti, Romano et al., 2012).

Los cationes  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$  comparten funciones fisiológicas importantes en las plantas. Todos ellos intervienen y controlan el potencial osmótico, y también actúan en la permeabilidad de las membranas, de forma que su absorción no es muy selectiva. (Clarkson y Hanson, 1980) citado por (Fernández-Ruiz, 2012).

El calcio es importante en la división celular y estabilidades de la membrana y pared celular, también es asociado a determinadas proteínas. El  $\text{Ca}^{2+}$  en el suelo se encuentra como fracción absorbida por el complejo de intercambio catiónico del suelo y de la solución del suelo.

El magnesio es un componente de la clorofila y se encuentra presente como cofactor o activador de muchas reacciones enzimáticas, también participa en la transferencia de energía ATP. El magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ ) en el suelo suele encontrarse como fracción absorbida del complejo de intercambio catiónico del suelo y la solución del suelo similar al  $\text{Ca}^{2+}$ .

### 3.1.3 Efecto de la salinidad en las plantas ornamentales

Actualmente, en paisajismo, ha ido adquiriendo una mayor importancia el efecto de las altas concentraciones salinas, debido al aumento de áreas verdes en el medio urbano donde la escasez de agua ha conducido a la reutilización de aguas residuales procedentes de depuradoras o desaladoras, para el riego (McCammon et al., 2009; Navarro et al., 2008) citado por (Cassaniti et al., 2012). Antes de avanzar hablando de este tema, hay que decir que los efectos de la salinidad, en el caso de las plantas ornamentales, presentan una característica peculiar, diferente del resto de plantas, que es la influencia que producen sobre el valor estético de las mismas que otras no poseen y que en este caso es lo más importante (Cassaniti et al., 2012).

Hoy en día, en el mercado, existen muchas plantas con características ornamentales. También es muy variada la función que cada una desempeña en la composición de un jardín o un paisaje, y que va desde el simple embellecimiento del entorno, pasando por la restauración de paisajes

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

deteriorados, al control de la erosión de los suelos, o la reducción energética y de consumo de agua para mejorar la calidad estética de paisajes urbanos y rurales, áreas recreativas, espacios interiores de viviendas y de centros comerciales (Cassaniti et al., 2012).

Sin embargo, estas plantas cumplen estas funciones con comportamientos diferentes frente a la salinidad. Luego a la hora de elegir la planta adecuada para cada situación, también se hace necesario conocer cómo va a ser su comportamiento cuando se le aplique un agua salina con el riego.

Puede ocurrir que, para este tipo de plantas destinadas a la jardinería, el crecimiento máximo de ellas no sea un objetivo, sino todo lo contrario, interesa que tengan un desarrollo más reducido para que se adapte a una maceta de pequeño calibre. Para mantener este hábito de crecimiento compacto, las plantas ornamentales a menudo tienen que podarse o darles tratamientos con reguladores de crecimiento (Cameron R.W. F. et al., 2004) citado por (Cassaniti et al., 2012). Por esta razón, el uso de agua con altas concentraciones en sales puede ser una alternativa ventajosa si el resultado de este estrés salino se traduce en un crecimiento más lento. Sin embargo, para expandir el uso de tales aguas, es necesario determinar la tolerancia a la sal de las plantas ornamentales a utilizar (Niu y Rodríguez, 2006).

El daño ocasionado no sólo depende de las características genéticas de la especie, también dependerá de características del medio que le rodea, como puede ser la textura y estructura del suelo y su drenaje. Un ejemplo de esto es que en los suelos arcillosos y con alto porcentaje en materia orgánica se acumula más rápidamente y es mayor la concentración de sodio que en los suelos arenosos.

Se ha comprobado que, uno de los primeros síntomas que aparecen en las plantas, debido al efecto osmótico de las sales en el entorno de las raíces, es la reducción del crecimiento de la hoja, lo cual lleva a una reducción del suministro de agua, a las células de las hojas (Blum, 1986, citado por Cassaniti et al., 2012). Las concentraciones elevadas de sales también pueden inhibir el crecimiento de las raíces (Wild, 1988, citado por Cassaniti et al., 2012), se reduce la longitud y el peso de las raíces, así como su función (Shannon y Grieve, 1999) citado por Cassaniti et al., 2012).

Se puede producir una disminución del área foliar, como consecuencia de la reducción del crecimiento de las células y de su división, (Alarcón et. al. 1993; Matsuda & Riazi, 1981; Munns & Tester, 2008, citado por Cassaniti et al., 2012). Esta reducción del área foliar también podría deberse a una disminución de la turgencia de las hojas, como consecuencia de cambios en las propiedades de la pared celular o una reducción en la tasa fotosintética (Franco et al., 1997). (Cassaniti et al., 2009), han informado que todos estos efectos fueron vistos en plantas ornamentales y que la disminución del peso seco del tallo y del área foliar, eran los primeros síntomas en aparecer en especies sensibles a la salinidad y en algunas tolerantes como *Cotoneaster lacteus* y *Eugenia myrtifolia*.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Otro efecto que aparece en plantas ornamentales es la disminución del espesor de la hoja, observado en plantas como *Coleus blumei* y *Salvia splendens* (Ibrahim et al., 1991, citado por (Cassaniti et al., 2009).

La deficiencia en determinados nutrientes, que se produce como consecuencia de la salinidad, afecta también al crecimiento foliar, así como la presencia de iones que en concentraciones elevadas pueden ser tóxicos para la planta, además de por el estrés hídrico provocado por las sales, debido a la competencia entre cationes y aniones (Shannon y Grieve, 1999, citado por Cassaniti et al., 2012). Cuando los iones tóxicos como  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  están presentes en la rizosfera, pueden interrumpir la absorción de nutrientes al interferir con los transportadores en la membrana plasmática de la raíz, tales como  $\text{K}^+$  y  $\text{NO}_3^-$  (Tester & Davenport, 2003).

Otra consecuencia de la toxicidad iónica es la quemadura del ápice y de los márgenes de las hojas, aspecto muy importante en el caso de plantas ornamentales por la afección directa que produce en la calidad estética de las mismas, (Francois, 1982, citado por Cassaniti et al., 2012).

En la siguiente imagen (Foto 1), se observa el efecto del estrés salino en algunas plantas de interés ornamental.



**Foto 1: Zonas necróticas por efecto del estrés salino sobre algunas especies ornamentales: a) Cotoneaster lacteus; b) Grevillea juniperina var. sulphurea; c) Pyracantha "Arlequín"; d) Teucrium fruticans. Fuente: (Cassaniti et a.,2012)**

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

La toxicidad por el Cl<sup>-</sup> se manifiesta mediante un bronceado y un amarilleamiento en el ápice la hoja, seguido de la muerte del mismo. Por otro lado, la toxicidad por Na<sup>+</sup> se observa con un amarilleo de los márgenes de la hoja que produce una necrosis progresiva (Ferguson y Grattan, 2005; Marschner, 1995) citado por (Cassaniti, Romano et al., 2012).

En la tabla 5, se presentan algunas escalas que se utilizan para evaluar los daños que se producen en las hojas de las plantas.

**Tabla 5. Escalas de calificación de calidad visual para evaluar el daño por sal en hojas**

Fuente	Clasificación/ Marcas	Características consideradas
Cassaniti, 2008	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sin área necrótica foliar.</li> <li>2. Área necrótica de la hoja entre 0 y 33%</li> <li>3. Área necrótica de la hoja entre 33 y 66%</li> <li>4. Área necrótica entre 66 y 100%</li> </ol>	Incidencia de necrosis foliar: porcentaje de área necrótica, bronceado de hojas.
Fox y col., 2005	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planta muerta</li> <li>2. Daño severo, retraso del crecimiento, tallos muertos.</li> <li>3. Daño moderado, residuo visible de sales en el follaje, &lt;50% de defoliación, hoja deformada, necrosis</li> <li>4. Daño leve, clorosis, quemadura del ápice y de los márgenes de la hoja, spotting.</li> <li>5. No hay daños, alta calidad.</li> </ol>	Enanismo, decoloración, defoliación
Jordan y col., 2001	Cada parámetro se evaluó en una escala del 1 al 9, donde un valor de 1 equivale a una calificación del 10% y un valor de 9 equivale a una calificación del 90% de daño.	Ausencia de muerte regresiva de la corona, decoloración general de la, presencia de hojas muertas, presencia de hojas deformadas, hojas y puntas descoloridas y daño marginal

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Niu y Rodríguez, 2006a, 2006b	0. Muerto 1. Crecimiento severamente atrofiado con más de 50% de daño por sal del follaje	Necrosis foliar, pardeamiento.
----------------------------------	--	-----------------------------------

	(necrosis de la hoja, pardeamiento). 2. Crecimiento atrofiado con follaje moderado (25-50%) daño por sal. 3. Calidad media con leve (<25%) daño de la sal en el follaje. 4. Buena calidad con reducción aceptable del crecimiento y pequeños daños en el follaje. 5. Calidad excelente con crecimiento vigoroso sin daño al follaje.	
Niu y col., 2007a, 2007b	1. Más del 50% de daño al follaje o planta muerta. 2. Daño moderado al follaje (25- 50%). 3. Leve daño al follaje (<25%). 4. Buena calidad con reducción aceptable del crecimiento y poco daño al follaje. 5. Excelente sin daño al follaje.	Daño por sal; quemaduras y descoloramiento
Valdez – Aguilar et al., 2011	Escala de 1 a 5. 1= Mala calidad, bronceado de la hoja superior al 75% o plantas muertas. 5= Mejor calidad.	Bronceado de hojas, quemado de hojas, apariencia general
Zollinger y col., 2007	Daños por sal: 1= Más del 50% del área foliar dañado. 2= 25% a 50% del área foliar dañada.	Daños por sal: quemado/ decoloración, marchitamiento

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

	<p>3= 5% a 24% del área foliar dañada. 4= Menor que 5% del área foliar dañada por quemaduras o decoloración restringida principalmente al daño de las hojas.</p> <p>Marchitez:</p> <p>1= Más del 65% de la planta se marchitó; 2= 35% a 65% de la planta se marchitó; 3= 5% a 34% de la planta estaba marchita 4= menos del 5% de la planta estaba marchita</p>	
--	---	--

Fuente: (Cassaniti,2008)

Aunque los mecanismos de defensa sean similares, las plantas herbáceas, anuales y perennes, muestran respuestas diferentes a la salinidad, frente a las leñosas. Se comienza viendo el comportamiento de las primeras.

Las plantas perennes herbáceas, se caracterizan por tener un bajo mantenimiento, además de que su uso incrementa la diversidad en el paisaje (Cameron A. et al., 2000; Johnson & Whitwell, 1997), citado por (Cassaniti et al., 2012). Sin embargo, muestran una respuesta muy variable frente a la salinidad, existiendo plantas halófitas tolerantes y glicófitas sensibles, de forma que esta condición puede influir en la elección de plantas y en el sistema y frecuencia de riego.

En los últimos años, se han realizados diversos ensayos, en diferentes países del Mundo, con la finalidad de determinar que plantas son más adecuadas, para su uso en jardinería, en función de las condiciones de cada zona. Uno de estos ensayos fue realizado en zonas semiáridas de Estados Unidos (Niu & Rodríguez, 2006a, 2006b), citado por (Cassaniti et al., 2012) utilizando plantas herbáceas perennes, donde se tenía en cuenta principalmente la calidad ornamental y la tolerancia a la sal de las mismas a la hora de su aceptabilidad como plantas que van a formar parte de un paisaje (Fox et al., 2005; Niu y Rodríguez, 2006a, 2006b), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Otro país en el que se han llevado a cabo trabajos de investigación es Israel, en los que se ha determinado que plantas ornamentales son apropiadas para ambientes salinos o se pueden regar con agua salada (Forti, 1986, citado por Cassaniti et al., 2012).

(Niu y Rodríguez, 2006), citado por (Cassaniti et al., 2012), también han estudiado la respuesta al estrés salino de ocho plantas herbáceas perennes: *Penstemon eatonii*, *P. pseudospectabilis*, *P. strictus*, *Ceratostigma plumbaginoides*, *Delosperma cooperi*, *Lavandula angustifolia*, *Teucrium chamaedrys*, *Gazania rigens*. En este ensayo, se aplicaron tres tratamientos salinos diferentes más el control (3.2, 6.4, 12 y 0.8 dS/m). En la especie *Gazania*

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

*rigens* y en *Ceratostigma plumbaginoides* a medida que ascendía la salinidad disminuía el contenido relativo de agua. *Delosperma cooperi*, mostró un potencial hídrico más alto debido a un aumento en la succulencia de las hojas, que es un mecanismo de tolerancia a la sal (Kozłowski, 1997), citado por (Cassaniti et al., 2012).

En la mayoría de las especies del género *Penstemon* y en *Lavandula angustifolia*, los efectos salinos fueron muy negativos, provocando la necrosis de las plantas y finalmente la muerte de éstas cuando la CE era mayor de 3,2 dS/m. La especie *Penstemon strictus* fue la primera en presentar síntomas, probablemente debido a su hábito de crecimiento en roseta, que permite que, durante el riego, algunas de sus hojas puedan entrar de forma rápida en contacto con el agua salina. Sin embargo, *Gazania rigens* no manifestó ningún síntoma ni daño visible, ni teniendo los niveles más elevados de sal, aunque el crecimiento no fue vigoroso.

Finalmente, *Teucrium chamaedrys* mostró necrosis en algunas de sus hojas, en niveles medio y altos de sal. Del mismo modo, la planta *Ceratostigma plumbaginoides* presentó un pequeño pardeamiento en las hojas con una CE de 3,2 dS/m, daños severos a 6.4 dS/m y la muerte de muchas plantas a 12 dS/m.

La calidad visual es un factor importante que puede estar o no vinculado con la producción de biomasa, así como con la realización de la fotosíntesis (Zollinger et al., 2007), citado por (Cassaniti et al., 2012).

(Niu y Rodríguez, 2006), citado por (Cassaniti et al., 2012), llegaron a la conclusión de que *Gazania rigens* y *Delosperma cooperi*, se pueden usar en jardinería usando aguas salinas en el riego, a pesar de la disminución de la tasa de crecimiento.

Otro factor que ejerce cierta influencia, al ser las plantas tratadas con agua salinas, es el clima, debido a la influencia que tiene en los daños foliares, (Jordan et al., 2001; Quist et al., 1999; Wu et al., 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012). Se han realizado diversos ensayos, en diferentes años y estaciones, donde se han tomado datos de varios parámetros como, el peso seco, la altura de la planta, el potencial osmótico y la calidad visual observando que en verano el potencial osmótico era menor, lo cual demuestra que las condiciones medioambientales pueden influir en la respuesta al estrés salino. La irradiancia, junto a una temperatura más alta en el verano provocan un mayor estrés que en el otoño. Sin embargo, el peso seco disminuyó, aun así, la calidad ornamental de las plantas fue aceptable. Por lo tanto, el cambio de la temperatura, y de la intensidad lumínica, entre estaciones y años, influye en la respuesta de diversas especies a la salinidad. Al final se deduce que la calidad visual de las plantas disminuye en los meses de verano.

La absorción foliar de iones es otro factor a tener en cuenta, Esta absorción puede ser a través del agua de riego o mediante la incidencia de aerosoles arrastrados por el viento cuando sopla sobre el agua marina. Las plantas de

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

zonas costeras se han acostumbrado a vivir en estos hábitats y se han adaptado a esta situación, aunque el crecimiento y la reproducción de éstas se puede ver afectado, (Cheplick & Demetri, 1999; Hesp, 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012). Aunque la presencia de tensioactivos puede mejorar la absorción foliar del agua salina a través de la penetración estomática y cuticular (Green y Bukovac, 1974; SchÖnherr y Bauer, 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012).

El daño foliar producido en las plantas está directamente relacionado con la absorción foliar, debido a una mayor presencia de iones en la hoja al aumentar la temperatura (Darlington & Cirulis, 1963), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Una vez visto el comportamiento de las plantas herbáceas a la sal, se analiza a continuación las plantas leñosas. Al contrario que con las plantas primeras, existen pocos estudios sobre el efecto de la sal sobre árboles o arbustos, a pesar de la importancia que estos tienen en jardinería (Bernstein et al., 1972; Bañón et al, 2005; Cassaniti et al., 2009, Francois y Clark, 1978; Picchioni y Graham, 2001, Valdéz-Aguilar, et al., 2011), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Al igual que ocurre con las herbáceas, en leñosas, la salinidad puede afectar el crecimiento reduciéndolo, así como el desarrollo foliar debido a efectos osmóticos y tóxicos por la presencia de elevadas cantidades de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  (USEPA, 1992), citado por (Cassaniti, 2012), no obstante, algunas plantas leñosas como la vid son consideradas moderadamente sensibles a la salinización mostrando una resistencia a esta entre el intervalo de 1.8 a 4.0 dS/m de conductividad eléctrica (Cramer et al, 2007).

(Cassaniti, 2008), realizó un ensayo con 15 arbustos ornamentales, donde se tomaron datos de diversos parámetros como, área foliar, número de hojas, peso seco de diferentes órganos, índice de crecimiento, valor estético, etc. Observó a los seis meses de tratamientos, con tres concentraciones salinas de 1.8, 4.8 y 7.8 dS/m, respectivamente, que el incremento de la concentración salina aumentaba la necrosis foliar y, por lo tanto, afectaba al valor estético de la planta, en muchas de las plantas analizadas. Igualmente se redujo el peso seco de los brotes, siguiendo el mismo modo que el área foliar. También, el número de hojas se vio perjudicado por la salinidad, por lo que la abscisión de la hoja redujo el área fotosintética (cf. Munns y Termatt, 1986), citado por (Cassaniti et al., 2012).

El contenido en clorofila y el peso seco de la raíz se vieron menos influenciados que los otros parámetros. Luego basándose en la disminución del peso seco de los brotes se agruparon los arbustos estudiados en cuatro categorías:

1. Especies sensibles a la salinidad, cuando mostraban más de un 75 % de reducción.
2. Especies moderadamente sensibles a la salinidad, mostrando entre un 50 y un 75% de reducción.
3. Especies moderadamente tolerantes a la salinidad, con una reducción del crecimiento entre el 25 y el 50%.



4. Especies tolerantes a la salinidad cuando mostraban menos del 25% de reducción.

El clima tiene también su influencia. La radiación y la temperatura o sea la estación del año afecta. En la estación calurosa, la temperatura produjo cambio en las plantas. Las plantas en esta época permitieron la asignación de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  a las raíces, impidiendo concentraciones acumuladas en las hojas.

Se ha observado un elevado porcentaje de bronceado foliar en plantas con mucho peso seco (DW), en cambio otras especies con grandes reducciones en el peso de los brotes pueden no presentar lesión visual (Rodríguez et al., 2005; Sánchez – Blanco et al., 2004), citado por (Cassaniti et al., 2012).

El crecimiento se vio reducido en *Hibiscus rosa-sinensis*, cuando se plantaba en la estación calurosa, pero no se producía lesiones en las hojas por el agua salina (Rodríguez et al., 2005; Sánchez-Blanco et al., 2004).

Otros efectos que produce la salinidad en árboles y arbustos son: la muerte regresiva de la corona, además, de daños en el tallo o tronco y quemaduras en las hojas (Percival, 2005), citado por (Cassaniti et al., 2012). Otra de las consecuencias es que los cogollos no pueden abrirse o desarrollarse y las ramas podrían morir. Los mecanismos de exclusión de la sal pueden ser ramitas lisas, yemas hundidas y una relación superficie-volumen baja. Todo ello afecta a la calidad visual de las plantas (Appleton et al., 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012).

La salinidad, en las coníferas, actúa sobre los ápices de las hojas más viejas produciendo quemaduras, seguidamente de necrosis, y muerte. Según (Dobson, 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012).

En árboles perennes, el daño provocado por las sales aparece normalmente a finales del invierno, principios de la primavera, pudiendo llegar a ser mayor durante el periodo de crecimiento (Azza Mazher et al., 2007), citado por (Cassaniti et al., 2012).

La acumulación de sales en el suelo provoca un deterioro en la estructura del suelo y lesiones en las raíces. Algunos árboles pueden dañarse más aún por el viento al igual que aquellos que son muy altos y no están protegidos del todo (Appleton et al., 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 6: Evaluación del comportamiento de algunos arbustos ornamentales frente a la sal.**

<b>Especies</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Respuesta a la sal</b>	<b>Umbral de salinidad</b>	<b>Referencias</b>
<i>Bougainvillea spectabilis</i> , <i>Lantana cámara</i> var. <i>aculeata</i>	Tolerante	Mantienen un alto de calidad visual	1,94dS/m	Deviit y col., 2005b
<i>Poinciana pulcherrima</i>	Cuestionable	Poco daño foliar	1,94dS/m	Devitt y col.,2005b
<i>Euonymus japónica</i> , <i>Fraxinus pennsylvanica</i> var. <i>lanceolata</i> , <i>Taxus cuspidata</i> , <i>Tilia europaea</i>	Sensible	Baja calidad visual	2,1dS/m	Quist y col.,1999
<i>Gleditsia tricanthos</i> var. <i>inermis</i> , <i>Prunus cerasifera</i> var. <i>atropurpurea</i> , <i>Berberis thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pyrus calleryan</i> , <i>Picea pungens</i> , <i>Juniperus chinensis</i> var. <i>Pfitzeriana</i>	Tolerante	Alta calidad visual	2,1 dS/m	Quist y col., 1999
<i>Crataegus opaca</i>	Sensible	Reducción relativa de la tasa de crecimiento	3,15dS/m	Picchioni y Graham, 2001
<i>Olea europea</i> 'Swan Hill', <i>Prosopsis chilensis</i> , <i>Pinus halepensis</i> ,	Tolerante	Buena calidad visual	1,87dS/m	Jordan y col.,2001
<i>Pinus eldarica</i> , <i>Rhus lancea</i> , <i>Pinus pinea</i> , <i>Fraxinus oxycarpa</i> 'Raywood'	Tolerante	Buena calidad visual	1,87 dS/m	Jordan y col.,2001



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

<i>Robinia x ambigua</i> <i>'Idahoensis'</i> , <i>Vitex agnus-castus</i> , <i>Quercus virginiana</i> <i>'Patrimonio'</i> , <i>Albizia julibrissin</i>	Cuestionable	Calidad visual media	1,87dS/m	Jordan y col.,2001
<i>Salix matsudana</i> <i>'Navajo'</i> , <i>Prunus cerasifera</i> <i>'Atropurpurea'</i> , <i>Cercidium floridum</i> , <i>Ligustrum japonicum</i> , <i>Chitalpa tashkentensis</i> <i>'Pink Dawn'</i> , <i>Ulmus parvifolia</i> <i>'Drake'</i> , <i>Chilopsis linearis</i> , <i>Pistacia chinensis</i> , <i>Fraxinus velutina var. glabra</i> <i>'Modesto'</i>	Sensible	Baja calidad visual	1.87dS/m	Jordan y col., 2001
<i>Lantana x hybrida</i> <i>'Nuevo oro'</i> , <i>Lonicera japónica</i> <i>'Halliana'</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>'Humtington Alfombra'</i>	Tolerante	Poca reducción en el crecimiento, buena apariencia estética	5,4dS/m	Niu y col., 2007a
<i>Lantana montevidensis</i>	Sensible	Reducción del crecimiento, baja apariencia estética	5,4dS/m	Niu y col., 2007a
<i>Potentilla fruticosa</i> <i>'Longacre'</i> , <i>Cotoneaster horizontales</i>	Tolerante	Sin reducción del crecimiento y sin efecto visible	12 dS/m	Marosz, 2004
<i>Cotoneaster</i> <i>'Urysnow'</i> , <i>Spiraea</i> <i>'Grefsheim'</i>	Sensible	Lesiones foliares	12dS/m	Marosz,2004

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

<i>Arbutus unedo</i>	Sensible	Reducción de la biomasa seca total	5,45dS/m	Navarro et al., 2007
----------------------	----------	--	----------	-------------------------

Fuente: (Cassaniti,2008)

### 3.2 Tolerancia a la salinidad

Según (Shannon & Grieve, 1999 citado por Cassaniti et al., 2012), la tolerancia a la salinidad es la capacidad que tienen algunas plantas para resistir los efectos de las altas concentraciones de sal que se encuentran en el medio que rodea a las raíces.

Se ha visto que el riego influye en la evaluación de la tolerancia a la salinidad. El riego por aspersión afecta más a que la planta se vea dañada por las sales que el riego por goteo (Maas y Francois,1982, citado por Cassaniti et al., 2012). El agua salina aplicada por aspersores sobre el follaje de la planta quema y seca las hojas de las especies más sensibles (Fox et al., 2005) citado por Cassaniti et al., 2012), aunque, a veces, la presencia de una cutícula cerosa en las hojas las puede hacer menos sensibles a la sal que reciban mediante aerosoles que a la que les pueda llegar a través del suelo.

Se han realizado ensayos, donde se han comparado sistemas de riego diferentes, aspersión y goteo, donde se ha visto que existen diferencias en la resistencia a la salinidad, entre las especies de jardín basándose en la calidad estética obtenida (Miyamoto et al., 2004; Wu et al., 2001a, 2001b) citado por (Cassaniti et al., 2012). Un estudio hecho en California con 10 especies de plantas ornamentales muy utilizadas en paisajismo (*Pistacia chinensis*, *Nerium oleander*, *Pinus cembroides*, *Buxus microphylla*, *Liquidambar styraciflua*, *Bignonia violacea*, *Ceanothus thyrsiflorus*, *Nandina domestica*, *Rosa sp.*, *Jasminum polyanthum*) corroboró que las especies que mostraron mayor sensibilidad a la sal fueron las que se regaron mediante aspersión, más que por goteo.

(Maas y Grattan,1999, citado por Cassaniti et al., 2012), evaluaron la tolerancia a la salinidad, basándose en el crecimiento de las plantas y las agruparon en 5 o 6 divisiones. Sin embargo, en el caso de las plantas ornamentales sería mejor tener en cuenta la calidad visual, dado que esta característica es la más importante, en este tipo de plantas.

(Wu y Dodge, 2005, citado por Cassaniti et al., 2012), elaboraron una lista de tolerancia a la sal en función del sistema de riego empleado, de 268 especies, (Tabla 7). Y posteriormente agruparon estas especies en cuatro categorías, alta tolerancia, tolerancia, tolerancia media y sensibilidad (Tabla 8).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 7. Lista de tolerancia a la sal de 38 especies de plantas leñosas de jardinería y 10 especies de gramíneas nativas de California cultivadas bajo riego por aspersión con dos concentraciones de NaCl.**

	Tolerancia NaCl			Tolerancia NaCl	
Nombre científico	500 mg/L	1500 mg/L	Nombre científico	500 mg/L	1500 mg/L
<b>Plantas de paisaje leñoso</b>			<i>Nerium oleander</i>	Alta	Alta
<i>Abelia x grandiflora</i>	Baja	Baja	<i>Olea europea</i>	Alta	Alta
<i>Acacia redolens</i>	Alta	Alta	<i>Pinus cembroides</i>	Alta	Alta
<i>Albizia julibrissin</i>	Moderada	Baja	<i>Pistacia chinensis</i>	Baja	Baja
<i>Arbutus unedo</i>	Alta	Moderada	<i>Pittosporum tobira</i>	Baja	Baja
<i>Buddleja davidii</i>	Baja	Baja	<i>Plumbago auriculata</i>	Alta	Alta
<i>Buxus japónica</i>	Alta	Alta	<i>Prunus caroliniana</i>	Alta	Baja
<i>Ceanothus thyrsiflorus</i>	Alta	Moderada	<i>Quercus agrifolia</i>	Alta	Moderada
<i>Cedrus deodara</i>	Alta	Alta	<i>Raphiolepis indica</i>	Alta	Alta
<i>Celtis sinensis</i>	Baja	Baja	<i>Rosa sp.</i>	Baja	Baja
<i>Clytostoma callistegioides</i>	Baja	Baja	<i>Sambucus nigra</i>	Moderada	Baja
<i>Cornus mas</i>	Baja	Baja	<i>Sapium sebiferum</i>	Alta	Alta
<i>Cotoneaster microphyllus</i>	Moderada	Baja	<i>Washingtonia filifera</i>	Alta	Alta
<i>Escallonia rubra</i>	Alta	Moderada			
<i>Euryops pectinapus</i>	Baja	Baja	Plantas de paisaje herbáceo		
<i>Forsythia x intermedia</i>	Alta	Moderada	<i>Bromus carinatus</i>	Alta	Moderada
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Moderada	Baja	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Moderada	Baja
<i>Ginkgo biloba</i>	Baja	Baja	<i>Deschampsia elongata</i>	Alta	Alta
<i>Jasminum polyanthum</i>	Alta	Moderada	<i>Elymus glaucus</i>	Alta	Alta
<i>Juniperus virginiana</i>	Alta	Alta	<i>Festuca californica</i>	Alta	Alta

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

<i>Koelreuteraria peniculata</i>	Moderada	Baja	Melica californica	Alta	Alta
<i>Lantana cámara</i>	Alta	Moderada	Muhlenbergia rigens	Alta	Alta
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Baja	Baja	Poa scabrella	Moderada	Baja
<i>Mahonia pinnata</i>	Moderada	Baja	Sporobolus airoides	Alta	Alta
<i>Myrtus communis</i>	Alta	Moderada	Stipa pulchra	Alta	Alta
<i>Nandina domestica</i>	Moderada	Baja			

Fuente: (Wu et al., 2001b, citado por Cassaniti et al., 2012)

Como se puede observar en la Tabla 7, la *Abelia x grandiflora*, ha sido clasificada como sensible por (Wu et al., 2001b, citado por Cassaniti et al., 2012).

A continuación, en la Tabla 8, se definen las categorías de tolerancia a la salinidad.

**Tabla 8. Definiciones de las categorías de tolerancias a la sal para las especies de plantas sujetas a niebla y salinidad del suelo**

	Salinidad	Salinidad
Grado de tolerancia	Aerosol salino	Suelo
Altamente tolerante (H)	No se observaron síntomas aparentes de estrés salino cuando las plantas se regaron con agua que contenía 600 mg/L de sodio y 900 mg/L de cloruro (las concentraciones de sal rara vez alcanzan estos niveles en el agua reciclada).	Conductividad eléctrica aceptable del suelo (CE) superior a 6 dS/m y es posible que las plantas no desarrollen síntomas de estrés por salinidad incluso si la salinidad del suelo supera este nivel permitido.
Tolerante (T)	No se observaron síntomas aparentes de estrés salino cuando las plantas se regaron con agua con 200 mg/L de sodio y 400 mg/L de cloruro.	CE aceptable superior a 4 y menos de 6 dS/m y las plantas de esta categoría se pueden adaptar a la mayoría de los sistemas de riego con agua regenerada sin una entrada de gestión adicional si se limitan a la aplicación al suelo.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Moderadamente tolerante (M)	Se observaron síntomas de estrés salino en el 10% o menos de las hojas cuando las plantas se regaron con agua con 200 mg/L de sodio y 400 mg/L de cloruro en condiciones de clima seco y cálido.	CE aceptable superior a 2 y menos de 4 dS/m, las plantas en esta categoría requieren insumos adicionales de riego y manejo del suelo.
Sensible (S)	Se observaron síntomas de estrés salino en el 20% o más de las hojas cuando las plantas se regaron con agua con 200 mg/L de sodio y 400 mg/L de cloruro.	CE aceptable inferior a 2 dS /m y las plantas de esta categoría son muy sensibles a la salinidad del suelo.

Fuente: (Wu & Dodge, 2005) citado por (Cassaniti et al.,2012)

Se piensa que los métodos de selección y mejora de plantas, para incrementar la tolerancia serían mejores si estuvieran basados en mecanismos fisiológicos o caracteres que confieran tolerancia (Noble y Rogers, 1992, citado por Cassaniti et al., 2012).

Algunas plantas desarrollan diversos mecanismos de tolerancia a la salinidad, los cuales les permiten que se adapten y sobreviven en condiciones salinas, siendo las diferencias que existen entre los distintos mecanismos lo que determina su comportamiento frente a estas condiciones (Paranychianakis & Chartzoulakis, 2005, citado por Cassaniti et al., 2012).

Algunos de estos mecanismos de tolerancia a la salinidad, según (Munns & Tester, 2008 citado por Cassaniti et al., 2012), son: la capacidad que tienen las plantas de restringir la entrada de iones a través de las raíces y limitar el transporte de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> a las partes aéreas, reteniendo estos iones en la raíz y en el tallo inferior, es una de las más importantes de todos los rasgos asociados con la tolerancia (Colmer et al., 2005; Maathuis & Amtmann, 1999; Murillo-Amador et al., 2006 citado por Cassaniti et al., 2012). Aquellas plantas que mantienen una tasa de crecimiento alto, porque tienen los mecanismos necesarios para rechazar el Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> de las hojas y raíces son las que luego presentan un buen aspecto y son las ideales para su uso en jardinería.

Sin embargo, existen formas diferentes de desarrollar la tolerancia a la salinidad por la planta (Rana Munns y Mark Tester, 2008), una de estas formas es la tolerancia al estrés osmótico, que provoca un mayor desarrollo en las hojas y en la densidad de las raíces, al poseer suficiente agua, ésta última. Otra mediante la exclusión de Na<sup>+</sup> de las láminas foliares, su toxicidad se expresa con el tiempo y según la especie con la muerte de las hojas viejas. Por último, la tolerancia de los tejidos se produce por un convenio entre Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> a nivel intracelular y celular

para así obviar las altas concentraciones. En definitiva, la tolerancia de los tejidos incrementa la longevidad de las hojas más viejas, mientras que la tolerancia osmótica se encarga de la obtención de hojas nuevas.

La capacidad que posee la planta para separar los iones tóxicos, el  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  (Boursier & Läuchi, 1989 citado por Cassaniti et al., 2012), es un aspecto importante, a la hora de evaluar la tolerancia a la salinidad. Así se tiene que en plantas leñosas perennes el  $\text{Cl}^-$ , es más problemático que el  $\text{Na}^+$ . Este último es retenido en las raíces y en el tejido leñoso (Ferguson y Grattan, 2005; Storey y Walker, 1999, citado por Cassaniti et al., 2012), mientras que el  $\text{Na}^+$ , parece ser más perjudicial en algunas especies de pasto (Davenport, 2003, citado por Cassaniti et al., 2012).

En un ensayo con plantas ornamentales, se demostró que hay algunas que no tienen esta característica. Un ejemplo es la *Rudbeckia hirta* y *Phlox paniculata* que acumularon altas cantidades de  $\text{Cl}^-$  en las hojas y, en consecuencia, tuvieron una reducción del peso seco de aproximadamente un 25% mientras que *Lantana x hybrida* y *Cuphea hyssopifolia* toleraron la salinidad mostrando una baja acumulación de  $\text{Cl}^-$  (Cabrera et al., 2006). La poca reducción y ausencia de síntomas de las lesiones por sal en *Eugenia myrtifolia* se asocian con el almacenamiento radicular de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  así como la absorción restringida a medida que aumenta la salinidad (Cassaniti et al., 2009a).

Existen especies de plantas ornamentales como *Bougainvillea glabra*, *Ceanothus thyrsiflorus* y *Leucophyllum frutescens* (Cassaniti et al., 2009a) y *Cistus monspeliensis* (Sánchez-Blanco et al., 2004) que acumularon altas cantidades de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en las hojas sin mostrar ningún síntoma de necrosis.

La adaptabilidad al estrés salino también puede variar entre géneros de una misma familia y entre especies de un mismo género (Cassaniti, et al., 2012).

Este mecanismo de tolerancia al estrés salino también puede ser diferente entre especies del mismo género. Por ejemplo, (Sánchez-Blanco et al., 2004) observó que *Cistus monspeliensis* es más tolerante al tratamiento con agua salina con aerosoles que *Citrus albidus*, mostrando una reducción menor en el crecimiento y en el daño foliar. Estos resultados también los confirmó Torrecillas et al. (2003), en el que, estas dos especies mostraron diferencias en la resistencia a la salinidad, en cuanto a la reducción del área foliar y el ajuste osmótico, teniendo *Cistus monspeliensis* mayor eficiencia en el uso del agua que *Cistus albidus*.

### 3.2.1 Características recomendadas para el agua de riego

Se establecieron cuatro directrices para evaluar las aguas de riego en función de la salinidad, permeabilidad, toxicidad iónica específica y efectos diversos (Casas-Castro & Casas-Barba, 1999) como se muestran en el Cuadro 2.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

	No hay problema	Problema creciente	Problema grave
<b>Salinidad <math>CE_e</math> dSm<sup>-1</sup></b>	<0.7	0.7-3.0	>3.0
<b>Permeabilidad</b>			
$CE_e$ dSm <sup>-1</sup>	>0.5	0.5-0.2	<0.2
$SAR_{ajustado}$			
Montmorillonita-esmectita	<6.0	6.0-9.0	>9.0
Ilita-vermiculita	<8.0	8.0-16.0	>16.0
Caolinita-sesquióxidos	<16.0	16.0-24.0	>24.0
<b>Toxicidad iónica específica</b>			
Sodio			
Riego superficial meL <sup>-1</sup>	<3.0	3.0-9.0	>9.0
Riego aspersión meL <sup>-1</sup>	<3.0	>3.0	
Cloruros			
Riego superficial meL <sup>-1</sup>	<4.0	4.0-10.0	>10.0
Riego aspersión meL <sup>-1</sup>	<3.0	>3.0	
Boro mgL <sup>-1</sup>	<0.7	0.7-2.0	>2.0
<b>Efectos diversos</b>			
Nitrógeno (N) mgL <sup>-1</sup>	<5.0	5.0-30.0	>30.0
Bicarbonatos, riego aspersión meL <sup>-1</sup>	<1.5	1.5-8.5	>8.5

**Cuadro 2: Directrices para interpretar la calidad del agua de riego. Fuente: (Casas-Castro & Casas-Barba, 1999)**

### 3.2.2 Aguas subterráneas

Alrededor del 30% del agua dulce del mundo está presente en las aguas subterráneas. Las aguas subterráneas son aquellas acumulaciones de agua dulce situadas a nivel subsuperficial, en la corteza terrestre. Suelen encontrarse en formaciones geológicas impermeables llamadas acuíferos.

En Canarias, existen numerosos pozos y galerías, pero la extracción del agua a través de ellos ha llegado en alguno de ellos a niveles extremos, por su sobreexplotación, debido sobre todo al incremento del turismo a lo largo de los últimos años, por lo que el nivel freático ha descendido drásticamente y como resultado muchos nacientes naturales se han secado.



**Tabla 9: Número de manantiales, pozos y galerías de las Islas Canarias.**

Islas	Manantiales		Pozos productivos		Galerías productivas		Volumen total (Hm <sup>3</sup> )
	N.º	Volumen (Hm <sup>3</sup> )	N.º	Volumen (Hm <sup>3</sup> )	N.º	Volumen (Hm <sup>3</sup> )	
<b>Gran Canaria</b>	6	0.1	2100	70	80	25.4	95.5
<b>Fuerteventura</b>	5	0.05	37	3	1	0.05	3.1
<b>Lanzarote</b>	8	0.01	-	-	3	0.2	0.21
<b>Tenerife</b>	25	0.3	275	40	990	160	200.3
<b>La Palma</b>	175	9	231	20	80	41	70
<b>La Gomera</b>	387	6.5	100	2.5	5	0.3	9.3
<b>El Hierro</b>	16	0.01	8	1.5	-	-	1.51
<b>Total</b>	622	15.97	2751	137	1159	226.95	379.92

Fuente: Plan Hidrológico de Canarias (2000).

La galería una excavación en forma de túnel, con paredes filtrantes de diámetro apreciable y en general con niveles de agua libre.

La captación mediante pozos es el método de captación más extendido en todo el mundo para el aprovechamiento de las aguas subterráneas. No obstante, la singularidad geológica de nuestro Archipiélago hace que este sistema de captación se haya tenido que adaptar a estas circunstancias, con diámetros, profundidades y combinaciones con otros sistemas de captación.

Las características más importantes de las aguas procedentes de galerías, utilizadas para el riego son:

- Alta CE y pH (normalmente pH > 8).
- Altas concentraciones en Na<sup>+</sup>, CO<sup>2-</sup> y HCO<sup>-</sup>.
- Bajas concentraciones de los iones Cl<sup>-</sup> y K<sup>+</sup>.

Características más frecuentes de las aguas de pozo utilizadas para el riego.

- Alta CE y un pH en la neutralidad.
- Altas concentraciones de Cl<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup>.
- Bajas concentraciones de CO<sup>2-</sup> y HCO<sup>-</sup>.



### 3.2.3 Agua marina desalada

La desalación es un proceso de separación de minerales disueltos y otras sustancias contenidas en las aguas marinas para convertirlas en agua apta ya sea para el uso agrícola o urbano. Las técnicas de desalación más utilizadas en la actualidad son de dos tipos:

- Desalación mediante membrana por osmosis inversa
- Desalación por destilación o evaporación

La técnica más utilizada actualmente a nivel mundial para desalar agua es la Ósmosis Inversa, que alcanza casi el 70% del total; seguida de la evaporación instantánea multietapa MSF (18%), la destilación Multiefecto MED (7%), la Nanofiltración (3%) y por último la Electrodialisis (2%) (AEDyR, 2019).

En España, actualmente se utilizan mayoritariamente los sistemas de membranas semipermeables de ósmosis inversa, no así en los países de Oriente Próximo, donde la técnica más utilizada sigue siendo la destilación (evaporación), mucho más costosa desde el punto de vista energético (María-Sánchez et al., 2008 aunque hay tendencias, al menos en alguno, como es el caso de Arabia Saudí, a la utilización del primer sistema (Martínez-Álvarez & Martín-Górriz, 2014). Como se muestra en el Cuadro 3, tanto los costes como el consumo energético bajo hacen que hoy en día en España se apueste por la osmosis inversa (Valero et al., 2001).

Característica	MSF	MED-TVC	CV	OI	ED
Tipo energía	térmica	térmica	eléctrica	eléctrica	eléctrica
Consumo energético primario (kJ/kg)	alto (>200)	alto/medio (150-200)	medio (100-150)	bajo (<80)	bajo (<30)
Coste instalaciones	alto	alto/medio	alto	medio	medio
Capacidad producción (m <sup>3</sup> /día)	alta (>50.000)	media (< 20.000)	baja (<5.000)	alta (>50.000)	media (<30.000)
Posibilidad ampliación	difícil	difícil	difícil	fácil	fácil
Fiabilidad de operación	alta	media	baja	alta	alta
Desalación agua de mar	sí	sí	sí	sí	no
Calidad agua desalada (ppm)	alta (< 50)	alta (< 50)	alta (< 50)	media (300-500)	media (<300)
Superficie terreno requerida de instalación	mucha	media	poca	poca	poca

**Cuadro 3: Valoración de diferentes características deseables para los métodos de desalación existentes en el mercado (Valero et al., 2001)**

### 3.2.3.1 Métodos de desalación más utilizados

#### 3.2.3.1.1 Ósmosis inversa

La ósmosis inversa consiste en invertir el proceso que se representa en la ilustración número 5 aplicando una presión superior a la presión osmótica correspondiente, en el lado de la solución más concentrada. Con esto se consigue que la dirección del flujo del agua vaya del lado de la solución más concentrada a la solución más diluida (Sánchez et al, 2008).

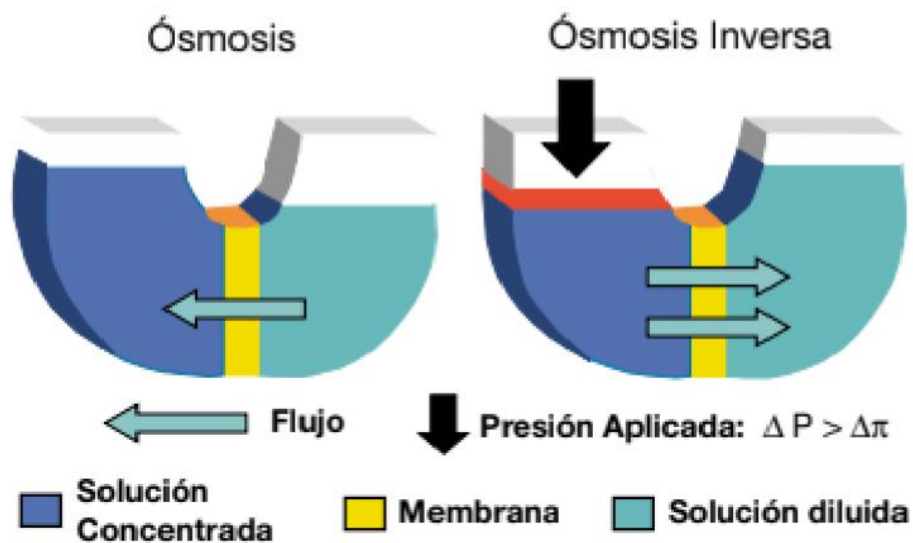
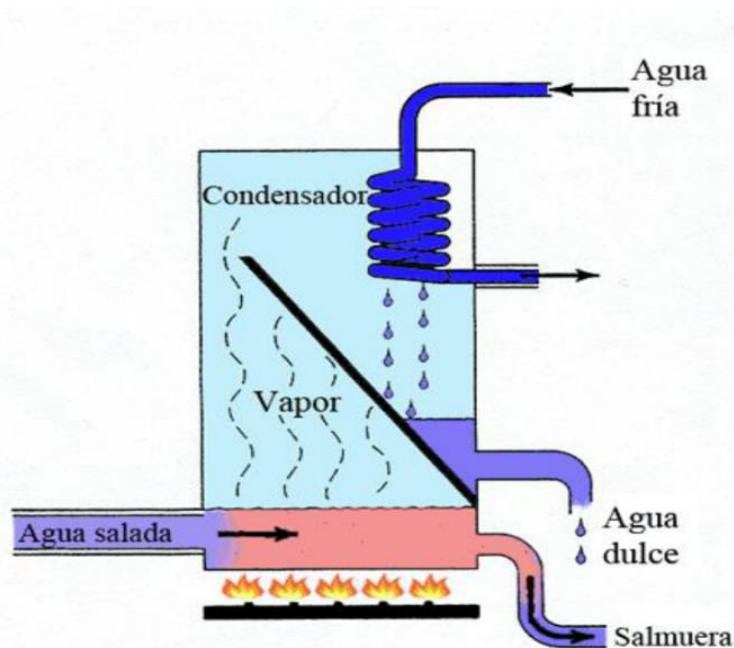


Ilustración 5: Esquemas de los fenómenos de ósmosis natural y ósmosis inversa (Sánchez et al , 2008)

#### 3.2.3.1.2 Destilación

La técnica de desalación por destilación consiste en aportar calor al agua de mar captada hasta evaporarla, para posteriormente condensarla en forma líquida. Las aguas no evaporadas en el proceso aumentan progresivamente su concentración salina, y forman una salmuera residual desechable.

Dentro de los procesos de evaporación, se encuentran las siguientes técnicas: Evaporación Instantánea Multietapa (MSF) y Destilación Multiefecto (MED) (AEDyR, 2019).



**Ilustración 6: proceso de destilación. Fuentes: webs.ucm.es**

### 3.2.3.2 Situación en España

Entre los años 2004 y 2011 el gobierno de España (por medio del Ministerio de Medio Ambiente, actual Ministerio de la Transición Ecológica) desarrolló el programa AGUA, con el fin de implantar un buen número de proyectos de desalación (alrededor de 25 plantas con capacidad cercana a los 700 Hm<sup>3</sup>/año) en la costa Mediterránea para suplir el déficit hídrico. Esto supuso un enorme crecimiento de la desalación hasta la capacidad actual instalada, cifrada en alrededor de 5 millones de m<sup>3</sup> al día. En la actualidad se estima que en España hay más de 770 desaladoras mayores de 100 m<sup>3</sup>/día, con más de 100 mayores de 10.000 m<sup>3</sup>/día (AEDyR, 2018) citado por (Zarzo, 2020).

### 3.2.3.3 Situación en Canarias

Como se ha mencionado anteriormente, la escasez de recursos en islas como Lanzarote, Fuerteventura y el incremento de la demanda por encima de las disponibilidades hídricas naturales en islas como Gran Canaria o Tenerife, han obligado a buscar recursos alternativos como la desalación de agua de mar o la reutilización de aguas depuradas (Peñate et al., 2013). En el gráfico 1, se hace una estimación de las necesidades hídricas por sectores de las distintas islas del Archipiélago en los últimos años, mientras que en el gráfico 2 se presenta las disponibilidades de las diferentes aguas que existen en Canarias.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

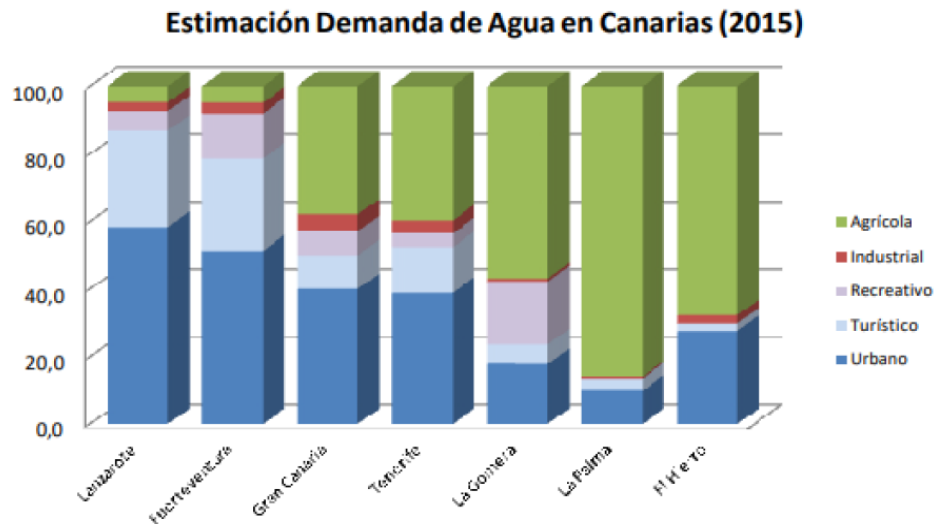


Gráfico 1: Estimación de la demanda de agua por islas en 2015, Fuente: (DGA).

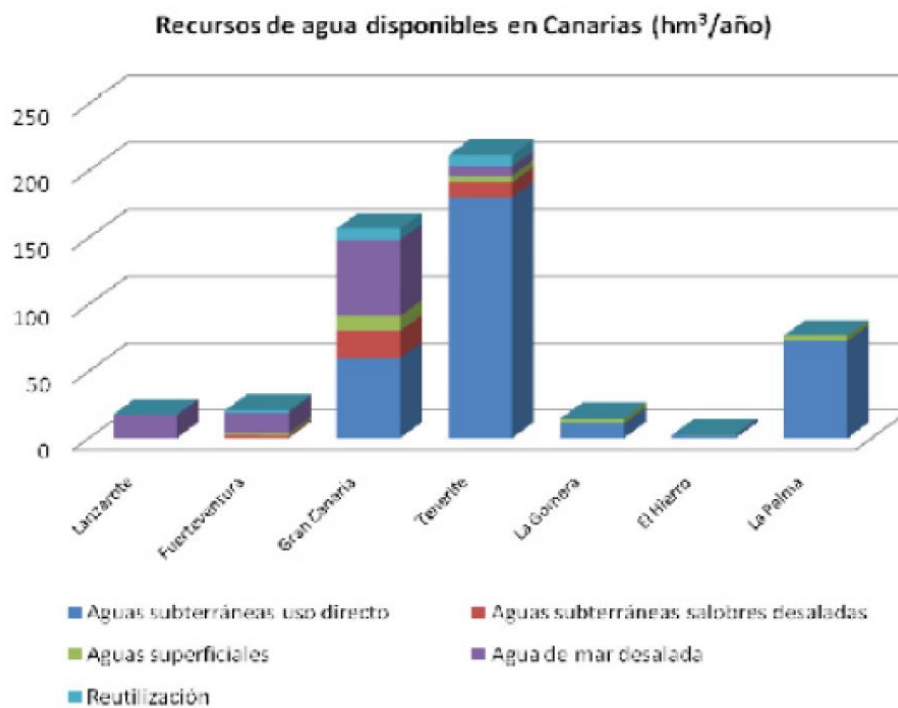
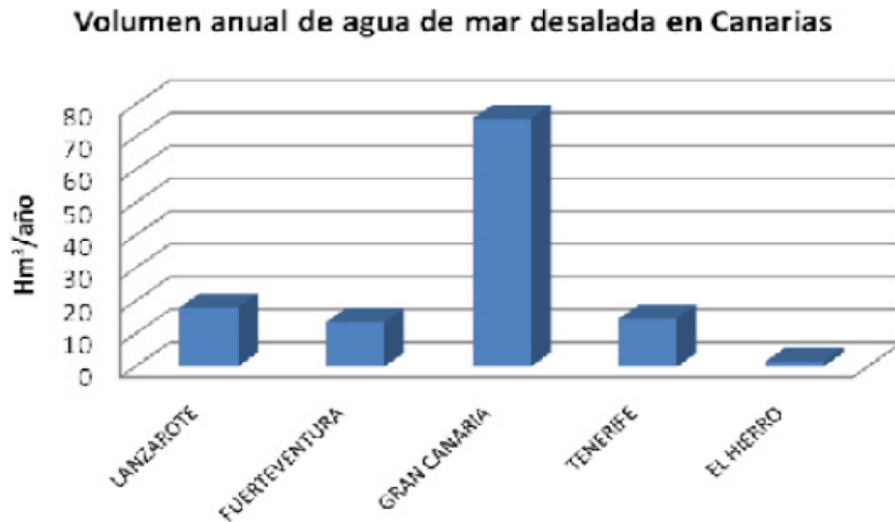


Gráfico 2: Recursos de agua disponibles en Canarias. Fuente: (Plan hidrológico de Canarias, 2000).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

En el gráfico 3 se puede ver una estimación de agua de mar que se desaló en 2006.



**Gráfico 3: Estimación de volumen de agua de mar desalada en el año 2006 en Canarias. Fuente: (FCCA,2006).**

Uno de los principales problemas existente en las Islas, es que no hay una conexión a la red eléctrica con el Continente y dependen en gran medida de las fuentes externas de energía, como el petróleo traído por vía marítima. Sin embargo, en los últimos años, la tecnología ligada al proceso de osmosis inversa ha ido mejorando su eficacia y reduciendo sus costes energéticos gracias a los avances en la mejora de las membranas, bombas de mayor eficacia, la sustitución de turbinas Pelton por cámaras isobáricas llegando a conseguir reducción de alrededor de 8 kWh/m<sup>3</sup> en los años 70 a alrededor de 2 kWh/m<sup>3</sup> en 2012 (Schallenberg et al., 2014).

Es por eso por lo que desde el año 2000, todas las plantas desaladoras de agua de mar instaladas en Las Islas Canarias han sido plantas de ósmosis inversa.

#### 3.2.3.4 Características químicas del agua marina desalada

Uno de los problemas para el uso del agua marina desalada en la agricultura es que en España existe una legislación para el agua destinada para uso humano recogida en el RD140/2003, pero no existe nada a nivel de agua de riego.

Las principales características del agua marina desalada es que presenta una elevada concentración de sodio (Na<sup>+</sup>), cloruro (Cl<sup>-</sup>) y boro (B) y una concentración baja de magnesio (Mg<sup>2+</sup>), calcio (Ca<sup>2+</sup>) y sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). EL sodio, cloro y el boro puede ser fitotóxicos en concentraciones elevadas para determinados cultivos es por ello por lo que se debe de tener en cuenta estos factores a la hora de utilizar el agua desalada.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Además, el agua marina desalada se caracteriza por una alcalinidad y un índice de Langelier reducidos (Maestre-Valero et al., 2019). En general las concentraciones del total de sólidos disueltos suelen ser inferiores a 250 mg/L y con una dureza y capacidad tampón muy reducidas.

Esto se debe a la eficacia de separación de las membranas de osmosis inversa sobre el agua marina debido a que no sólo separa las indeseables sales del agua, sino a que también elimina los iones que son esenciales para el crecimiento de la planta (Yermiyahu et al, 2007).

Ión	Planta de 1 etapa (%)	Planta de 2 etapas (%)
Na <sup>+</sup>	99,81	99,90
Mg <sup>2+</sup>	99,53	99,90
Ca <sup>2+</sup>	99,51	99,90
K <sup>+</sup>	99,00	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	94,37	99,35
Cl <sup>-</sup>	98,93	99,48
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	99,59	99,95
B	71,11	82,84

**Tabla 10: Eficacia de la separación de las membranas de osmosis inversa del agua marina en plantas de 1 o 2 etapas (2 procesos de filtrado de sales). Fuente: Martínez (2009).**

Como se muestra en la Tabla 10, se aprecia que en la primera etapa la capacidad de retener las sales disueltas en el agua es bastante alta, 99,81% de Na<sup>+</sup> y 98,93% de Cl<sup>-</sup>, dado que el agua de mar está principalmente formada por ClNa, pero en el caso del boro este porcentaje de capacidad de retener sales llega a bajar hasta un 71,11% de B en la primera etapa. Esta es la razón por la que el agua marina desalada debe ser mineralizada o aplicarle un tratamiento adicional para su uso en los cultivos.

Otra de las características a tener en cuenta del agua de mar desalada es la Relación de Absorción de Sodio (SAR) que depende del equilibrio de las



concentraciones de  $\text{Na}^+$  respecto a las de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . Este equilibrio está directamente relacionado con la estructura del suelo, el  $\text{Na}^+$  tiene la capacidad de ocupar el lugar del  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en el complejo arcillo-húmico, lo que afecta a su estructura y por tanto a la capacidad de infiltración y aireación del suelo (Martínez Álvarez & Martín Górriz, 2014).

### 3.2.3.5 Postratamientos del agua desalada para su uso agrícola.

Debido a las deficiencias en nutrientes necesarios para las plantas, que se producen al obtener el agua desalada por el proceso de ósmosis inversa, comentadas anteriormente se hace necesario la búsqueda de tratamientos para suplir las carencias de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  además de otros microelementos y de controlar la toxicidad producida por las altas concentraciones de B,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , así como desajustes en el pH, índice de Langelier o turbidez.

Estos desajustes según (Ben-Gal et al., 2009) y citados por (Maestre Valero et al., 2019) y (Martínez-Álvarez & Martín-Górriz, 2014) se pueden corregir de tres formas, con grandes diferencias económicas:

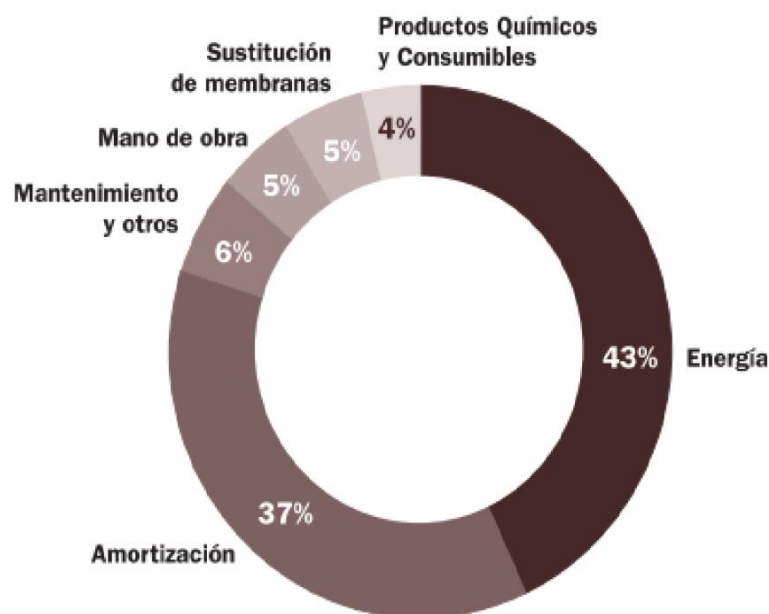
- Mediante un postratamiento de remineralización química de agua en las plantas desalinizadoras (dosificación con lechada de cal, lechos de calcita o dolomita)
- Remineralizar el agua de mar desalada mediante la reprogramación de la fertirrigación a escala de parcela, siendo este apartado más complejo debido a que se deja esa gestión en manos de los agricultores. En este sentido, (Yermiyahu et al., 2007) citado por (Maestre Valero et al., 2019) indicaron que, si no se realizan los postratamientos necesarios en la planta desalinizadora, los agricultores deberán disponer de sofisticados sistemas de control y de fertirrigación para hacer frente a un agua de riego con unas necesidades nutricionales variables.
- Y el método más utilizado en la agricultura que es mediante la mezcla del agua de mar desalada, a nivel de campo, con otras aguas con mayor conductividad eléctrica (depuradas, aguas salobres, etc.), lo que puede conducir a un ahorro significativo en el uso de fertilizantes

En estos casos, la homogeneidad en cuanto a calidad del AMD suministrada es de notable importancia, ya que si la calidad del agua es variable el agricultor deberá dotar su explotación de los medios necesarios para el seguimiento de la calidad del agua suministrada y el rápido ajuste de su sistema de fertirrigación (Maestre-Valero et al., 2019).



### 3.2.3.6 Coste en la agricultura del agua marina desalada

Uno de los grandes retos de la desalación de agua marina es conseguir que el coste del agua desalada sea competitivo con el de otros recursos. Si repercute la amortización de las instalaciones en el precio del agua, se estima que alrededor de 40% del coste total procede de la energía mientras que la amortización está comprendida entre un 30% y un 40%. Si no se tiene en cuenta la amortización, entonces la energía representará prácticamente las tres cuartas partes del coste total del agua. En la ilustración 7 se puede ver el porcentaje que representa los diferentes integrantes en el proceso de desalación del agua por ósmosis inversa.



**Ilustración 7: Distribución de costes de la desalación. Fuente: acuamed.es**

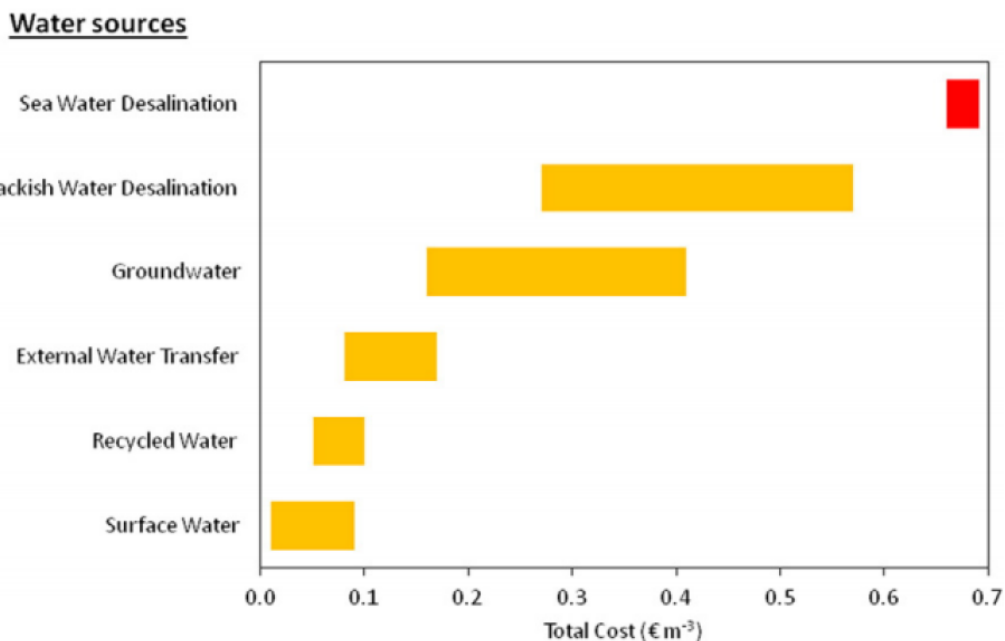
El principal problema para el uso del agua marina desalada en la agricultura es: el coste superior al de otras procedencias, esto es debido en parte a muchos factores como las fluctuaciones del precio de la electricidad la cual repercute en más del 70% de los costes de producción; a la necesidad de postratamientos para el aporte de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , al exceso de boro, al sodio que afecta a la estructura del suelo (SAR elevado) y al cloro. Todo esto provoca sobrecostes para la reducción de estos.

Aunque en general ambos problemas se resuelven en el caso de la aplicación agrícola por medio de la mezcla de aguas de diferentes orígenes, reduciendo adicionalmente el coste global del agua producida (Zarzo, 2020). Los costos por mantenimiento de las instalaciones y de mano de obra además de otros factores como los costes ambientales (ingesta de agua y externalidades ambientales, eliminación segura de salmuera, etc.) también se pueden imputar (Martínez-Álvarez et al., 2015). Las dificultades para el abastecimiento en zonas de interior

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

o situadas en cotas elevadas, supone también el incremento de los precios haciendo que sólo sea rentable para zonas cercanas a la costa. Todos estos factores hacen que la desalación de agua marina sea muy variable según la zona el tipo de instalaciones y las dimensiones de ellas.

De acuerdo con datos procedentes de la Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR, 2018), los precios medios actuales de desalación de agua de mar en España se encuentran entre 0,6 y 1 €/m<sup>3</sup>. (Zarzo, 2020). En la Gráfica 4, se presentan los precios medios del agua, según su origen, en el Sureste Español.



**Gráfico 4: Coste total de las diferentes fuentes de agua para la agricultura en el sureste de España. Fuente: (Martínez-Álvarez et al., 2015).**

Estas cifras muestran que el agua de mar desalada es mucho más cara que los recursos hídricos convencionales y que no es asequible para la mayoría de los cultivos. Es evidente que solo ciertos productos pueden permitirse el uso de agua desalada como única fuente de suministro (por el precio del producto y por el porcentaje que representa el agua en sus costes de producción) y hay algunos productos para los que resultaría totalmente inviable (Zarzo, 2020).

### 3.2.3.7 La problemática de las aguas salobres y salmuera

Un requisito administrativo imprescindible, que requiere la construcción de una desaladora, es la obligación de realizar un estudio de impacto ambiental, tal y como establecen las leyes nacionales y autonómicas (Sánchez et al., 2008).

El principal impacto ambiental asociado a las plantas de desalinización es el vertido de las salmueras con un elevado contenido de sales, al concentrar el

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

agua de mar o salobre en un caudal de rechazo que, para el caso de agua de mar, puede ser del orden de 70 g/l. El impacto de dicho vertido dependerá tanto de las características del sistema receptor como de las condiciones hidrogeológicas en la zona de descarga como el oleaje, corrientes y mareas, batimetría, profundidad de descarga, etc.

El agua salobre puede suponer un gran impacto ambiental si su vertido no se hace siguiendo la normativa y previo estudio de impacto ambiental para minimizar el efecto en los organismos marinos, ya que estos se encuentran en equilibrio osmótico con el medio que les rodea por lo que un aumento de la concentración salina puede provocar la deshidratación del organismo.

En relación con el impacto de los vertidos de salmueras sobre las comunidades biológicas sumergidas, es sabido la escasa tolerancia que presenta la especie *Posidonia oceanica* a leves aumentos de salinidad. (Sánchez et al, 2008) es por ello por lo que es necesario hacer una vigilancia ambiental de estas especies sensibles en las zonas del litoral peninsular para la detección de posibles impactos producidos por las aguas salobres. La vigilancia ambiental se registra en informes que cumplirán los siguientes criterios:

No superar la salinidad de 38,5 psu en ningún punto de la pradera en el 25% de las observaciones. En el caso de superar esta medida se intensificará la vigilancia, considerando que no debe exceder el valor de 40 psu. Este es el valor para tomar medidas urgentes, incluso detener la producción de la desaladora (Nuevo, 2020).

Es por ello que es de vital importancia la forma de vertidos para asegurar una buena dispersión de las sales. La disposición más habitual es el vertido al mar, bien de forma directa en las proximidades de la línea de costa, con o sin dilución previa, o bien mediante emisario submarino.

Existe varios métodos para el control de vertido de las salmueras en las desaladoras:

- El vertido de la salmuera de las desalinizadoras debe hacerse de manera que se disperse y diluya rápidamente en el volumen total del agua de mar.
- El método más eficaz y barato consiste en colocar difusores en las tuberías de descarga, colocados a una altura determinada sobre el nivel del mar y con inclinaciones para que se forme un flujo que recorrerá en forma de medio arco en el mar, asegurando así una gran dispersión de la salmuera reduciendo su efecto en la concentración marina de la zona. Otro método es diluir la salmuera de rechazo antes de su vertido en un depósito, para diluirlo directamente con agua de mar en una proporción 1:4 y así poder verter al mar en concentraciones mucho menores (Nuevo, 2020).

### 3.3 Material vegetal

#### 3.3.1 *Abelia grandiflora* (Rehder, 1990)

##### 3.3.1.1 Taxonomía

*Abelia* es un género de plantas leñosas de carácter arbustivo, con unas 70 especies descritas.

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Dipsacales

**Familia:** *Caprifoliaceae*

**Subfamilia:** Linnaeoideae

**Tribu:** Linnaeae

**Género:** *Abelia*

**Especie:** *Abelia grandiflora*



Ilustración 8: *Abelia x grandiflora* (Franz von Siebold & Gerhard Zuccarini, *Flora Japonica*, 1870).

### 3.3.1.2 Morfología

Es una planta originaria de Asia, que se caracteriza por ser un arbusto de porte medio, muy ramificado desde la base.

La *Abelia x grandiflora* es un híbrido entre las especies, *Abelia chinensis* y la *Abelia uniflora*, que son arbustos semicaducifolios que puede llegar a medir 2 m de altura (Manuel, 2001).

Las hojas son ovadas y ovado-lanceoladas de unos 1 a 3,5 cm, pecioladas, y enteras siendo de color verde oscuro en el haz y color verde más pálido en el envés que surgen con una disposición opuesta.

Las flores están agrupadas en una inflorescencia en ``cimas'', en la terminación de las ramas débiles laterales. Poseen un cáliz dialisépalo y el número de sépalos puede variar entre 2 y 5. Son alargados apreciándose bien la nervadura y son de un color pardo- rosado.

La corola es gamopétala con 5 lóbulos cortos, actinomorfa, de color blanco-rosada, mide cerca de 2 cm y tiene una forma tubular-acampanada.

El androceo consta de 4 estambres didínamos (dos de ellos más largos que los otros dos) insertados en la base del tubo de la corola. El gineceo, es de ovario ínfero, con un estilo muy alargado y fino. Los frutos son aquenios, correosos y alargados con un cáliz persistente.



Foto 2: Flores de la *Abelia grandiflora*

### 3.3.1.3 Requerimientos

- La *Abelia grandiflora* es una planta que soporta bien el frío. Este híbrido no aguanta bien la sequía por lo que requiere que se riegue regularmente, sobre todo en los meses de verano. Los suelos deben ser ligeramente arenosos y con un buen drenaje ya que no soporta el encharcamiento. El viento es un factor que afecta bastante a esta planta, debido a la sensibilidad de las flores y sus ramos débiles, siendo muy sensibles a caer por el viento.
- Requiere de una poda anual para fomentar un crecimiento compacto.
- Se caracteriza por ser sensible a la salinidad, teniendo una tolerancia de 2 - 4 (dS/m).

### 3.3.1.4 Propagación

La *Abelia grandiflora* se multiplica principalmente por esqueje herbáceo entre marzo y mayo, además de por esqueje leñoso hacia finales de verano. El esqueje se obtiene cortando una rama por debajo del quinto nudo y se coloca en un sustrato con hormonas de enraizamiento en la base del esqueje.

### 3.3.1.5 Plagas y Enfermedades

La *Abelia grandiflora* es una planta resistente a las siguientes plagas y enfermedades:

***Armillaria tabescens***

***Cercospora abeliae***

***Pythium sp.***

***Rhizoctonia sp.***

Algunas de las principales plagas más polífagas que afectan a la *Abelia grandiflora*:

**Pulgón:** La especie *Myzus persicae* (Sulzer, 1776): Es un insecto chupador cosmopolita y muy polífago, trasmisor de más de 100 virosis. Ataca tanto a las hojas como a los brotes y flores. Suelen encontrarse principalmente en el envés de las hojas, los daños directos que producen son principalmente deformación en el follaje, amarillean las hojas y reducen el vigor de esta, los daños indirectos son los provocados por las virosis (García Marí et al., 1994).



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



**Foto 3: *Myzus persicae*. Fuente: [agrologica.es](http://agrologica.es)**

**Lepidóptero noctuído:** La *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833): es una especie muy polífaga que ataca a todo tipo de cultivos y su desarrollo se ve favorecida en climas cálidos. Es originaria de Egipto. (Malais & Ravensberg, 1992). Se caracterizan por ser muy voraces en su estado larvario, alimentándose de todas las partes verdes de las plantas, atacando principalmente por la noche. Las larvas jóvenes se alimentan de la epidermis del envés respetando el haz y las orugas adultas se comen toda la hoja.



**Foto 4: Hojas de *Abelia grandiflora* atacada por la *Spodoptera littoralis*. Fuente: (Padilla-Labrador et al, 2021)**



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Lepidóptero noctuío:** *Palpita vitrealis* (Rossi, 1794): Pertenece a la familia *Crambidae* y ataca principalmente a las Oleáceas, pero también puede atacar otras familias. Su principal daño lo producen las larvas al alimentarse de los brotes jóvenes, pudiendo llegar a destruir la planta joven en poblaciones altas.



**Foto 5: *Palpita vitrealis*. Fuente: (Padilla-Labrador et al,2021)**

**Araña roja:** *Tetranychus urticae* (Koch, 1836): también conocida como araña roja es una plaga muy polífaga. Su gran capacidad reproductiva hace que sea muy común en invernaderos. Al ser una plaga tan común ha desarrollado muchas resistencias a los plaguicidas. Tanto las ninfas como los adultos pueden dañar la planta hospedante al alimentarse del tejido vegetal y la savia perforando los tejidos y succionando su contenido, esto provoca su característica clorosis en el haz de las hojas, pudiendo llegar a cubrir toda la hoja, además los adultos producen una telaraña en toda la planta. (Malais & Ravensberg, 1992)



**Foto 6: *Tetranychus urticae*. Fuente: San Martín**

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Enfermedades principales que pueden afectar a la *Abelia grandiflora* son:

**Podredumbre de las raíces:** Es una enfermedad producida por el hongo *Pythium*, es un género de Oomycetes parásitos muy común y ampliamente extendida en invernaderos y viveros. El daño del *Pythium* se aprecia primero en las raíces, que se tornan de un color marrón negruzco y muestran indicios de podredumbre, afectando así al crecimiento de la planta que con el tiempo comienza a amarillearse hasta provocar la muerte de la misma.

***Rhizoctonia spp.* (Kühn, 1858):** Es un hongo que se encuentra principalmente en la superficie de los suelos agrícolas, es por eso que suele atacar principalmente a los tallos de la planta provocando la pudrición de los mismos y formando chancros rojizos.

***Cercospora spp.*:** Es un hongo que provoca manchas circular color marrón oscuro con bordes de color rojizo y colores más claros en la zona central. Afecta sobre todo a las hojas llegando a provocar su caída.

### 3.3.2 *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.

#### 3.3.2.1 Taxonomía.

Es una especie originaria de Japón. Son principalmente arbustos y a veces plantas trepadoras, siempreverdes o caducifolios. Se le conoce comúnmente como Hortensia o Flor de Mundo.

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Cornales

**Familia:** *Hydrangeaceae*

**Género:** *Hydrangea*

**Especie:** *H. macrophylla* (Thunb.) Ser. 1830



**Ilustración 9: *Hydrangea macrophylla* (Franz von Siebold & Gerhard Zuccarini, Flora japonica, 1870).**

### 3.3.2.2 Morfología.

Es un arbusto caducifolio que alcanza de 2 a 3 m de altura, con ramas gruesas. Las hojas son de tamaño grande llegando a medir entre 7 y 15 cm, pecioladas, de obovadas a elípticas o anchamente ovadas, gruesas, acuminadas, y aserradas en los márgenes de la hoja, son de color verde fuerte en el haz y de color verde pálido en el envés con disposición opuesta. Presenta inflorescencias en forma de cima corimbiforme. Las flores suelen ser todas estériles, de color rosa, blanco o azul. El cáliz tiene entre 4-5 sépalos muy petaloides y grandes; mientras que la corola tiene 4-5 pétalos pequeños dispuestos en forma de valva en el capullo. El número de estambres oscila entre 8 y 10 y el ovario es semiinfero con 3-4 estilos cortos. El fruto es una cápsula ovoide (González, 2006).

### 3.3.2.3 Requerimientos

La *Hydrangea macrophylla* requiere de riego abundante durante toda la semana sobre todo en verano. No soporta bien las altas temperaturas provocando la caída y necrosis en las hojas, tampoco la exposición directa a la radiación solar que provoca el enrollamiento y la necrosis de las hojas.

Se sabe que el crecimiento óptimo de la hortensia se produce con temperaturas nocturnas inferiores a 15.5 °C (Ballester & Sebastià, 1997).

Según (Piringer y Stuart, 1944 y 1958) citados por (Ballester & Sebastià, 1997) el crecimiento vegetativo de la planta se potencia con los días largos, mientras que el régimen de días cortos (8-12 horas) promueve la floración.

También se sabe que es susceptible a una malformación foliar que aparece durante los períodos de alta temperatura diurna superiores a 30°C en periodos de producción en verano. (Bailey & Hammer, 1990). Son potencialmente dañinos para primordios florales formados, retrasando, distorsionando o previniendo desarrollo de nuevas flores y que provoquen una distorsión vegetativa (Fulcher et al., 2016).

T <sup>n</sup> nocturna	Horas de luz diarias	Respuesta de la planta
T <sup>n</sup> > 27°C	8-24	Crecimiento. Puede haber daños en los primordios florales y dan lugar a malformaciones
21-27 °C	24	Crecimiento vigoroso. Dificilmente iniciación floral
	8	Se estimula la iniciación floral
18-21 °C	24	Se retrasa la iniciación floral, pero se produce
	8	Se estimula la iniciación floral
11-18 °C	8-24	La iniciación floral se produce fácilmente
T < 11 °C	8-24	Se produce sólo poca diferenciación floral. Las yemas tienden al letargo

Cuadro 4: Respuesta de la hortensia al fotoperiodo y las temperaturas. (Fuente: Bailey 1989)

#### 3.3.2.4 Propagación

La Hortensia es una especie relativamente fácil de propagar, el método más utilizado es por esquejes de tallo, aunque también se utiliza mucho la propagación in vitro. Por este método las plantas, son más uniformes en la producción, ya que todos comienzan en un tamaño relativamente igual y tienen una mayor proporción equilibrada de raíz a brote y por lo tanto mayor supervivencia. La propagación de semillas es deseable durante la reproducción o cuando buscando características genéticas novedosas como el color de la flor o estructura ramificada compacta. La propagación vegetativa se usa comúnmente para propagar en masa hortensias para la producción de viveros. En general los esquejes de tallo recolectados a principios de la temporada (mayo) producirá plantas más robustas y de crecimiento más rápido que las recolectados más tarde en el verano (julio), pero los esquejes recolectados durante ese período de tiempo, todos se arraigan fácilmente (Owen et al., 2016).

#### 3.3.2.5 Floración

La temperatura óptima para la formación de botones florales para la mayoría de cultivares de hortensia se sitúa entre 15y 18°C. (Ballester & Sebastià, 1997) El crecimiento vegetativo se ve favorecido por los días largos mientras que en los días cortos de 8-12 horas se promueve la floración.

Los colores de las hortensias dependen en última instancia de la disponibilidad de iones de aluminio dentro en el suelo, (Schreiber, 2014). Y la disponibilidad de éste depende principalmente del pH. Los iones de aluminio son móviles en suelos ácidos son de disponibilidad inmediata para la planta. En suelos neutros o básicos el ion de aluminio se combina con el ion hidróxido (OH<sup>-</sup>), formando así el hidróxido de aluminio siendo este inmóvil para la absorción de la planta. En consecuencia, para el azulado de las flores de hortensias, es necesario iones de aluminio y suelo ácido. Si se quiere conseguir una coloración azul el mejor aditivo es el sulfato de aluminio, y si por el contrario se desea cambiar el color de los sépalos de azul a rojo se aplica cal (hidróxido de calcio) (Schreiber, 2014).

#### 3.3.2.6 Plagas y enfermedades

La *Hydrangea macrophylla* una planta resistente a las plagas más polífagas, pero al ser una planta de uso principalmente en jardinería las enfermedades afectan al cultivo gravemente pudiendo afectar a su valor comercial. A continuación, se nombrará algunas de las enfermedades principales y luego se describen algunas de las más importantes:

***Alternaria sp.***

***Botrytis cinerea***



***Cercospora arborescentis***

***Cercospora hydrangeae***

***Colletotrichum sp.***

***Corynespora cassiicola***

***Erysiphe polygoni***

***Gloeosporium***

***Helminthosporium***

***Phyllosticta hydrangeae***

***Rhizoctonia solani***

***Pythium sp.***

***Sclerotium rolfsii***

**Ringspot**

Estas son algunas de las principales plagas más polífagas que afectan a la *Hydrangea macrophylla*:

**Trips:** El insecto *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895): pertenece a la familia *Thripidae* y se caracteriza por tener un aparato bucal picador-chupador. Es una plaga muy polífaga. Provoca daños graves en los cultivos con posibilidad de transmitir virus como el TSWV. Las picaduras de las larvas y de los adultos en órganos formados dan lugar a placas decoloradas, provocando también agallas. Atacan a cualquier parte aérea de la planta (García Marí et al., 1994).



Foto 7: *Frankliniella occidentalis*. Fuente: (Frank Peairs, Invasive.org).

Enfermedades principales que afectan a *Hydrangea macrophylla*:

**Oídio:** Es el hongo *Erysiphe friesii* afecta a diferentes especies del género *Hydrangeae*. Los síntomas son la presencia de manchas circulares de color pardo y blanquecino que se distribuyen aleatoriamente por toda la hoja y que pueden llegar a cubrirla totalmente provocando su muerte. También pueden producir una coloración púrpura o rojiza en los extremos y puntas de las hojas. Se propaga fácilmente en condiciones de alta humedad y climas cálidos (Ares, 2015).



**Foto 8: Ataque de oídio en hoja de hortensia. Fuente: (Padilla-Labrador, 2021)**

**Antracnosis:** Se trata del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), puede atacar tanto a las hojas como a las floraciones en la parte inferior y superior del dosel de la hortensia de hoja grande. El desarrollo de esta enfermedad es favorable en condiciones climáticas húmedas. Las hortensias muy abonadas pueden ser más susceptibles a la antracnosis. Los primeros síntomas de esta enfermedad son las manchas marrones circulares o ligeramente irregulares que se forman en las hojas. El centro de estas manchas marrones se vuelve marrón claro. A veces aparecen manchas más grandes en el borde del nervio medio o en otros nervios principales de la hoja y adquieren una forma claramente más angular (Baysal-Gurel et al., 2012).



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 9: Hoja atacada por *Colletotrichum*. Fuente: (Williamson,2014).

***Cercospora***: Se trata del hongo *Cercospora hydrangeae* (Ellis & Everh) se caracteriza porque al principio de la enfermedad aparecen pequeñas manchas circulares de color marrón o púrpura, en las hojas más cercanas de la base de la planta. Estas esporas se pueden propagar muy fácilmente por el viento y por irrigación desde arriba. Por esta razón, la tasa de propagación de la enfermedad aumenta con las frecuentes lluvias de finales de verano (Baysal-Gurel et al., 2012). Afectan gravemente a la hoja y, por tanto, al valor comercial de la misma.



Foto 10: Afección de *Cercospora hydrangeae* en hoja. Fuente: (Padilla-Labrador, 2021)

## 4. Material y métodos

El presente ensayo se desarrolló con el material vegetal utilizado en el primer año del ensayo de este proyecto (Padilla-Labrador, 2021), sirviendo de precedente para la realización del presente ensayo y manteniendo los mismos parámetros, así como las prácticas culturales realizadas.

### 4.1 Ubicación

Este ensayo se llevó a cabo en la Sección de Ingeniería Agrícola de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, situada en el municipio de San Cristóbal de La Laguna, en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, cuyo inicio fue desde el 3 de febrero hasta el 18 de julio de 2022.

Las plantas del ensayo se ubicaron en el invernadero denominado "La Caja de Ahorros", situado en los campos de prácticas de la Escuela, con las coordenadas geográficas de latitud  $28^{\circ} 28' 46.22''$  y longitud  $16^{\circ} 19' 7.31''$  a una latitud sobre el nivel del mar de 547 msnm.



Foto 11: Ubicación del ensayo. Fuente: GRAFCAN

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

## 4.2 Ensayo experimental

Para la realización del siguiente trabajo se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar, con dos especies de plantas con distinto grado de resistencia a la salinidad, la *Abelia grandiflora* (poco resistente) y la *Hydrangea macrophylla* (catalogada como resistente). Cada una de ellas se sometieron a tres tratamientos diferentes de agua de distintas calidades (agua desalada, agua testigo y agua de rechazo) y en tres repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

**Tratamiento 1: Agua marina desalada.**

**Tratamiento 2: Agua testigo (agua procedente de galería).**

**Tratamiento 3: Agua de rechazo (agua salobre obtenida de la desalación de agua de galería).**

**E1: *Abelia grandiflora*.**

**E2: *Hydrangea macrophylla*.**

El ensayo comenzó el 3 de febrero 2022 donde las plantas se mantuvieron en las macetas del anterior ensayo (macetas de 15 x 19 cm para ambas especies) con el mismo sustrato compuesto por tierra, picón y arena a razón de 1:1:0.

El diseño de bloques al azar se continuó manteniendo los tres bloques del anterior ensayo en cada especie, siendo cada bloque formado por 18 plantas de cada especie, distribuidas en 3 columnas (una para cada tratamiento) de 6 plantas cada una, esto se repite en cada bloque al azar, dando un total de 108 plantas.

BLOQUE 1						BLOQUE 2						BLOQUE 3					
E1: ABELIA			E2: HIDRANGEA			E2: HIDRANGEA			E1: ABELIA			E1: ABELIA			E2: HIDRANGEA		
B1T1	B1T2	B1T3	B1T2	B1T3	B1T1	B2T1	B2T3	B2T2	B2T3	B2T1	B2T2	B3T1	B3T2	B3T3	B3T2	B3T3	B3T1
B1T1.1	B1T2.1	B1T3.1	B1T2.1	B1T3.1	B1T1.1	B2T1.1	B2T3.1	B2T2.1	B2T3.1	B2T1.1	B2T2.1	B3T1.1	B3T2.1	B3T3.1	B3T2.1	B3T3.1	B3T1.1
B1T1.2	B1T2.2	B1T3.2	B1T2.2	B1T3.2	B1T1.2	B2T1.2	B2T3.2	B2T2.2	B2T3.2	B2T1.2	B2T2.2	B3T1.2	B3T2.2	B3T3.2	B3T2.2	B3T3.2	B3T1.2
B1T1.3	B1T2.3	B1T3.3	B1T2.3	B1T3.3	B1T1.3	B2T1.3	B2T3.3	B2T2.3	B2T3.3	B2T1.3	B2T2.3	B3T1.3	B3T2.3	B3T3.3	B3T2.3	B3T3.3	B3T1.3
B1T1.4	B1T2.4	B1T3.4	B1T2.4	B1T3.4	B1T1.4	B2T1.4	B2T3.4	B2T2.4	B2T3.4	B2T1.4	B2T2.4	B3T1.4	B3T2.4	B3T3.4	B3T2.4	B3T3.4	B3T1.4
B1T1.5	B1T2.5	B1T3.5	B1T2.5	B1T3.5	B1T1.5	B2T1.5	B2T3.5	B2T2.5	B2T3.5	B2T1.5	B2T2.5	B3T1.5	B3T2.5	B3T3.5	B3T2.5	B3T3.5	B3T1.5
B1T1.6	B1T2.6	B1T3.6	B1T2.6	B1T3.6	B1T1.6	B2T1.6	B2T3.6	B2T2.6	B2T3.6	B2T1.6	B2T2.6	B3T1.6	B3T2.6	B3T3.6	B3T2.6	B3T3.6	B3T1.6

**Esquema 1: Plano del diseño experimental**



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



**Foto 12: Ensayo de bloques al azar. Fuente: (Padilla-Labrador, 2021)**

#### 4.2.1 Características de los diferentes tratamientos

Para evaluar los análisis de las distintas aguas se utilizó la tabla Ayers y Wescot, (1985) adjuntada en el Anexo 2: Parámetros de calidad del agua (Tabla 11).

##### 4.2.1.1 Modo de obtención y características del agua marina desalada

Para la obtención de agua desalada se utilizó un generador de agua dulce por ósmosis inversa de pequeña escala (OSMOMAR OM-02.01). Esta planta desalinizadora está formada por dos unidades, la primera es el sistema de prefiltrado y la segunda, el propio generador de agua desalada. El funcionamiento de esta desaladora es bastante simple, la primera etapa consiste en una bomba de baja presión (2,5 bar) que extrae el agua de mar mediante una manguera de unos 3 metros de longitud al dispositivo para posteriormente, pasar por un sistema de prefiltrado compuesto por un filtro de anillas de 50 micras (Foto 13) además de por otros 3 filtros de malla de 20,15 y 10 micras (Foto 14).

Una vez el agua se filtra, esta se transporta hacia la membrana semipermeable mediante la acción de una válvula que, debido a la fuerza del segundo motor, que forma parte de la segunda etapa de la planta desaladora, ejerce una presión en la membrana de 55 bar. Este motor es el encargado de ejercer la presión necesaria para que el agua filtrada traspase la membrana por ósmosis inversa, siendo gran parte del agua usada devuelta al mar con casi el doble de sales que el agua extraída al inicio del proceso.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Hay que tener en cuenta que la estación OSMOMAR OM-02.01 al ser la versión más pequeña, tiene una eficacia aproximada del 15% a diferencia de otras de mayor envergadura que suele ser del 50%, esto explica por qué, aunque el caudal producido sea de 70 m<sup>3</sup>/h, su caudal tras el paso de la membrana semipermeable (agua desalada), se reduce considerablemente.

La planta desaladora se aloja en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (EPSI) de la sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica naval, donde se realizan periódicamente las extracciones.

El agua obtenida en este proceso tiene una conductividad de en torno a 420  $\mu$ S/cm, pero puede variar levemente en función de varios factores como la presión que se ejerza en las membranas osmóticas o el mantenimiento del sistema de prefiltrado. En este caso una presión estandarizada de 55 bar con la que obteníamos una conductividad alrededor de 350-500  $\mu$ S/cm.



Ilustración 10: Distintas fases de la planta de osmosis inversa del agua marina de 2 etapas.



Foto 13: Desaladora de agua de mar por ósmosis inversa de pequeña escala (OSMOMAR OM-02.01)

Las características químicas de esta agua se pueden ver, en el Análisis realizado (Anexo 1: Analítica de agua) y que se resumirán a continuación.

## VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

La analítica nos indica que cumple con algunas de las características de un agua desalada, donde se aprecia una conductividad levemente alta a lo esperado, de unos 0.54 mS/cm, pero dentro de los parámetros establecidos de acuerdo con las tablas de Ayers y Westcot (1985) (Anexo 2), en cuanto a las concentraciones de cloruros el análisis refleja que se encuentran un poco por encima del límite de 4 meq/l, mientras que en el caso de la concentración de sodio, está se encuentra algo más elevada del límite estimado, con 4.08 meq/l, esto además de una relación de adsorción de sodio (SAR) muy elevada, producirá severos problemas de infiltración además de toxicidad iónica específica por Na<sup>+</sup> en suelo.

En cuanto al resto de parámetros como el calcio, magnesio, potasio, sulfatos se puede observar un claro déficit de estos elementos, estando muy por debajo de las dosis consideradas aceptables para un cultivo. La ausencia de carbonatos y la baja proporción de bicarbonatos indican que estamos ante un pH neutro de 7,3. Además, el agua desalada carece de dureza (Muy blanda) y resultando agresivo al ser usada periódicamente como agua de riego.

Esta agua puede suponer un riesgo directo para las plantas, debido principalmente a su relación de adsorción de sodio (SAR) elevado, que provocará a medio y largo plazo problemas de adsorción de nutrientes, así como problemas estructurales en el suelo, que unido al déficit en sus concentraciones de otros minerales pueden provocar que la presión osmótica, impida su alimentación.

### 4.2.1.2 Agua testigo

El agua utilizada como testigo es la utilizada habitualmente en la Sección de Ingeniería Agraria de la EPSI procedente del canal Unión del Norte (mezcla de agua de galerías y de pozos). Las características químicas de esta agua se pueden ver, en el Análisis realizado (Anexo 1: Analítica de agua.) y que se resumen a continuación.

Se trata de un agua con un pH alcalino de 9.3, lo que implica la existencia de concentraciones altas de carbonatos y bicarbonatos. En cuanto a las concentraciones de calcio, magnesio y potasio, se mantienen en un rango aceptable para el cultivo, mientras que el Sodio con 7.74 meq/l se considera su uso de riesgo moderado, pudiendo provocar problemas al cultivo por toxicidad iónica, siendo el SAR de 4.2, lo que nos indica que pueden provocar ligeros problemas relacionados con la infiltración. En cuanto a la concentración de cloruros, poseen 0,73 meq/l que es bastante menor que el límite establecido en 4 meq/l, por lo que no hay riesgo de toxicidad por cloruros.

#### 4.2.1.3 Agua de rechazo

El agua de rechazo procede de la desalación por ósmosis inversa del agua del canal de Unión del Norte (mezcla de galerías, pozos). Las características químicas de esta agua se pueden ver, en el Análisis realizado (Anexo 1: Analítica de agua.) y que se resume a continuación.

Se trata de un agua con un pH alcalino de 9.3, con una conductividad de 1,75 mS/cm siendo un agua de riego no apta para su uso en cultivos sensibles a la salinidad. Los bicarbonatos están muy por encima del límite, existiendo una concentración de 17.23 meq/L, que junto a la presencia de 3.02 meq/l carbonatos, hacen que sea un tipo de agua dura y que su uso afecte severamente la susceptibilidad de los cultivos.

En cuanto a las concentraciones de sodio y cloruros, la concentración de sodio es de 11.83 meq/L siendo un valor muy elevado, que puede llegar a provocar problemas de fitotoxicidad por su exceso, esto junto con el SAR de 5.2, pueden provocar además problemas de infiltración teniendo en cuenta su CE. Cabe mencionar que la alta concentración de magnesio de 9.83 meq/l puede provocar problemas en la absorción del calcio.

#### 4.3 Riego

El tratamiento de agua desalada se almacena en un depósito cilíndrico de 1000 litros de capacidad, mientras que el agua de rechazo y el agua testigo se colocaron en distintos depósitos de 500 litros para cada uno, todos situados dentro del invernadero donde se desarrolló el ensayo. El método de riego utilizado fue mediante 3 jarras milimétricas de 600 ml, usando cada una de ellas para un tipo de tratamiento distinto, esto evita que se produzcan variaciones en la CE en el momento de la aplicación de tratamiento.

De esta manera, se aplicaron a cada planta de *Hydrangea macrophylla* una dosis de 100 ml, mientras que en el caso de la *Abelia grandiflora* la dosis habitual era de 200 ml, con una frecuencia de riego de cada dos días en los meses de menor insolación, haciendo un volumen total por planta a la semana de 400 ml en el caso de la *Hydrangea macrophylla* y de 800 ml para cada planta de *Abelia grandiflora*.

Esta periodicidad en el riego fue suficiente para mantener el estado hídrico de la planta durante los primeros dos meses (febrero-marzo), pero en los meses siguientes (junio - julio) con el incremento de la temperatura y de la insolación producida dentro del invernadero, fue necesario duplicar la dosis de riego, llegando a regar diariamente, para hacer frente a las necesidades hídricas de cada especie.



#### 4.4 Parámetros evaluados

Las mediciones de los parámetros se realizaron cada 15 días, con el fin de evaluar los diferentes tratamientos utilizados en cada especie.

Los parámetros medidos de la *Abelia grandiflora* fueron:

**La altura de la planta**

**El ancho de la planta**

**Distancia de los entrenudos**

**El largo de la hoja**

**El ancho de la hoja**

**Número de flores**

Los parámetros medidos de la *Hydrangea macrophylla* fueron:

**Altura de la planta**

**Ancho de la planta**

**Diámetro de los tallos**

**Número de botones florales**

**Diámetro de la inflorescencia**

**Largo de la hoja**

**Ancho de la hoja**

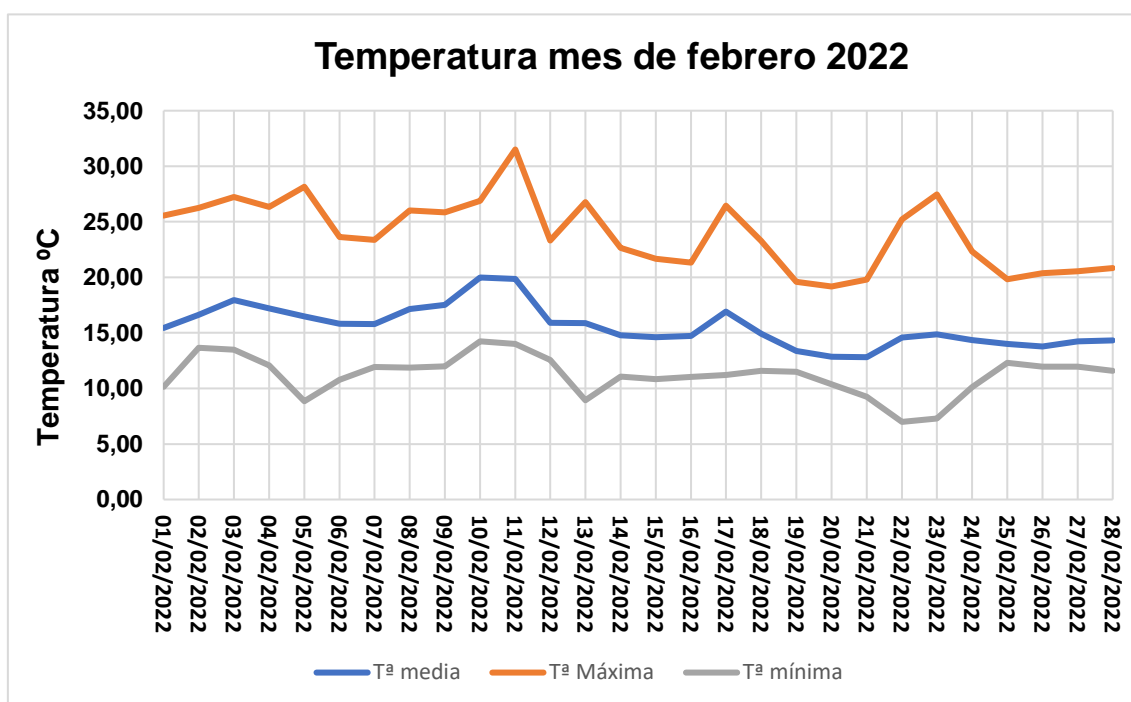
La mayoría de estos parámetros se midieron con la ayuda de una cinta métrica homologada salvo para la medición del diámetro del tallo en la *Hydrangea macrophylla*, que se precisó de un calibrador digital. También se utilizó esta herramienta para tomar las medidas de los entrenudos, así como del ancho y el largo de las hojas de *Abelia grandiflora* seleccionados para el ensayo.

## 5. DESARROLLO DEL CULTIVO

### 5.1 Temperaturas medias

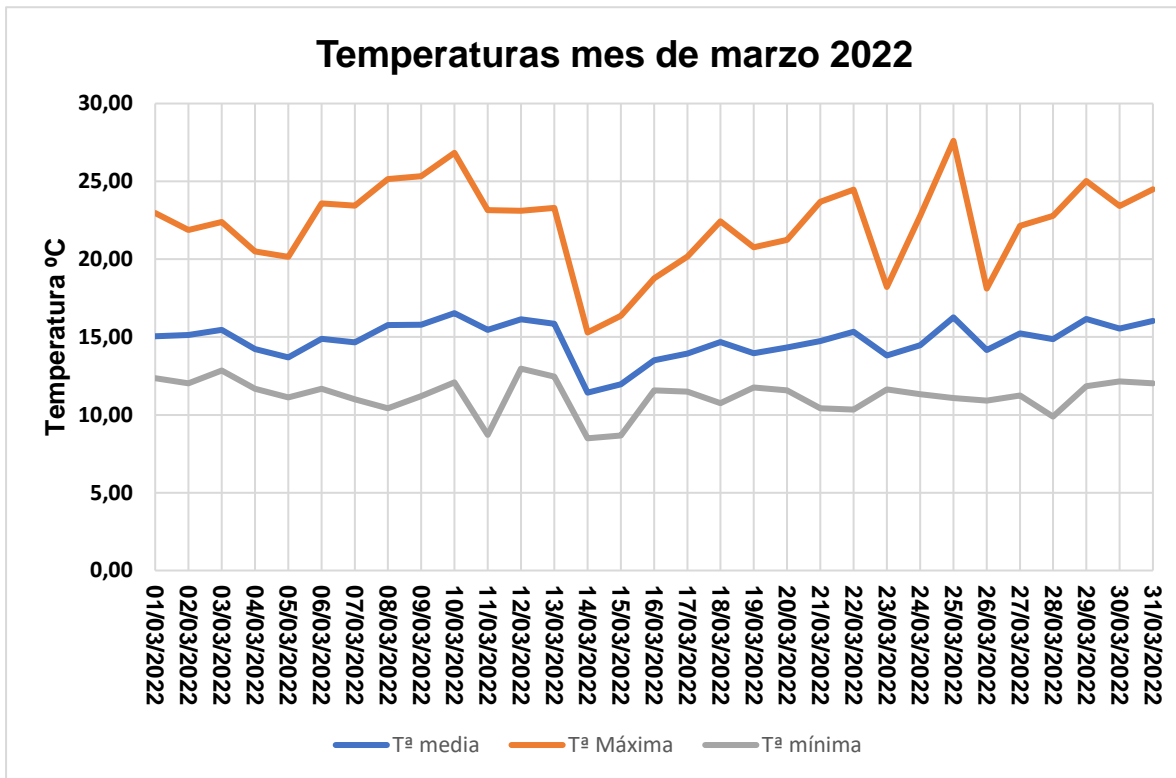
Durante el ensayo se analizaron los siguientes parámetros: Radiación incidente, Temperatura media, porcentaje de humedad relativa, radiación total diaria, la temperatura máxima, la temperatura mínima, así como la humedad relativa máxima y la humedad relativa mínima

En los seis meses que duró el ensayo, no se produjeron variaciones térmicas significativas salvo incrementos ocasionales en el mes de abril, mayo y junio, que llegaron a superar los 35°C, así como en el mes de julio, llegando a superar los 40°C.

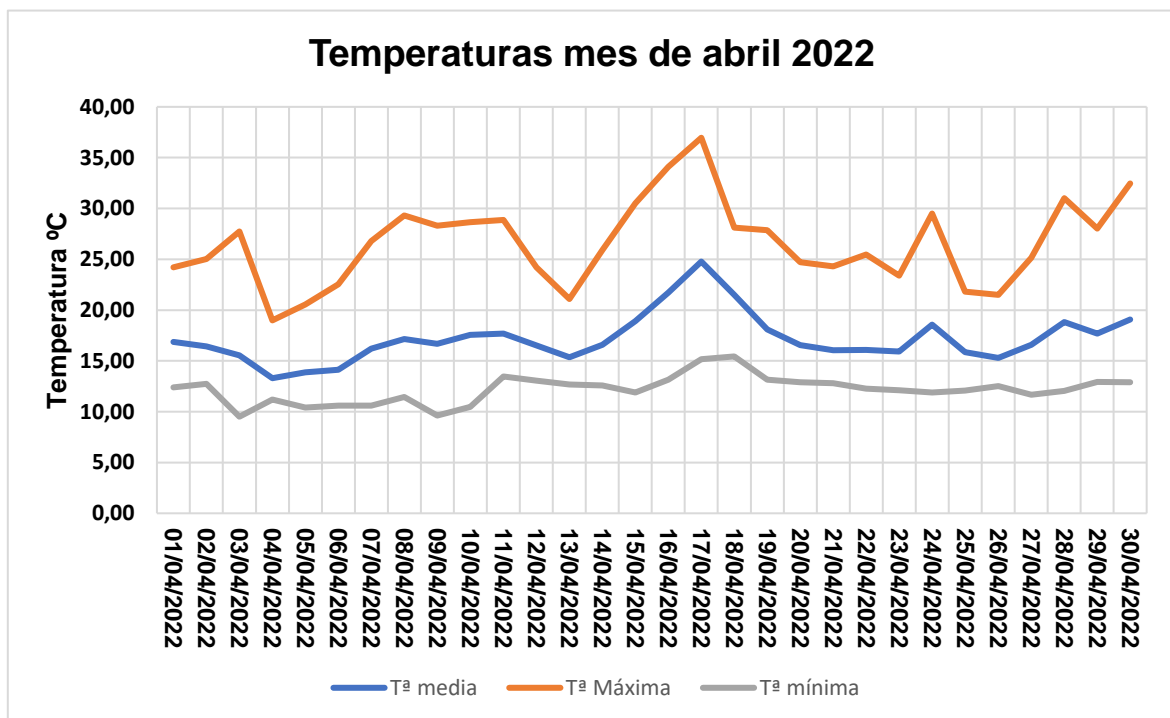


Gráfica 1: Temperaturas diarias de febrero

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

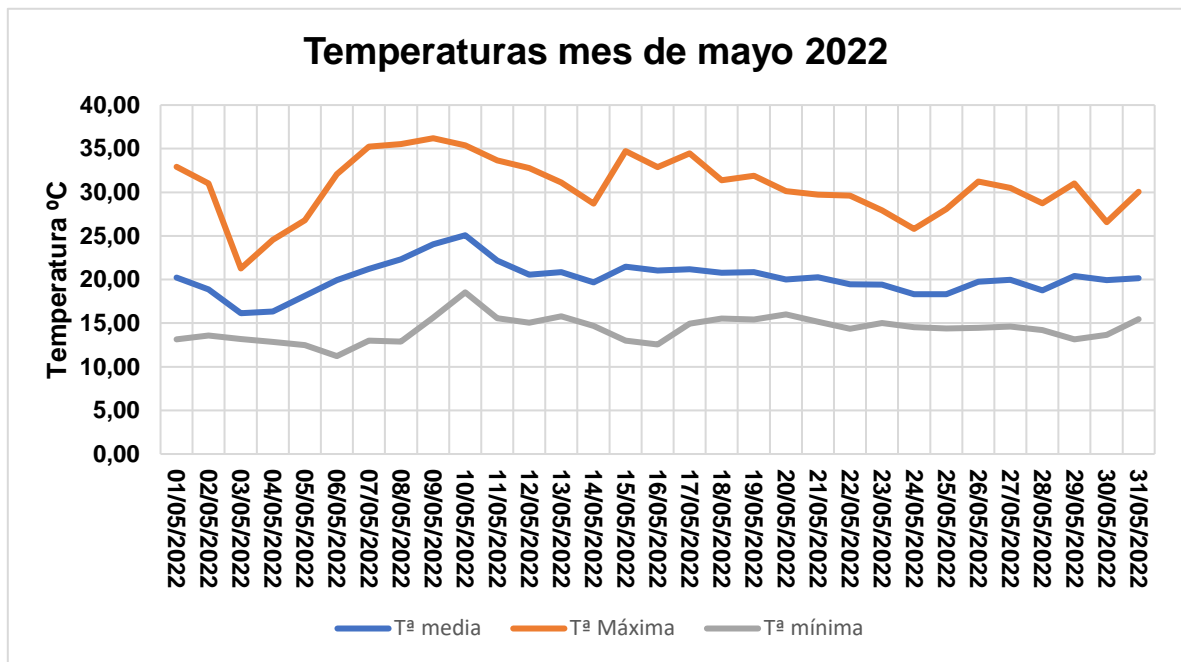


Gráfica 2: Temperaturas diarias de marzo

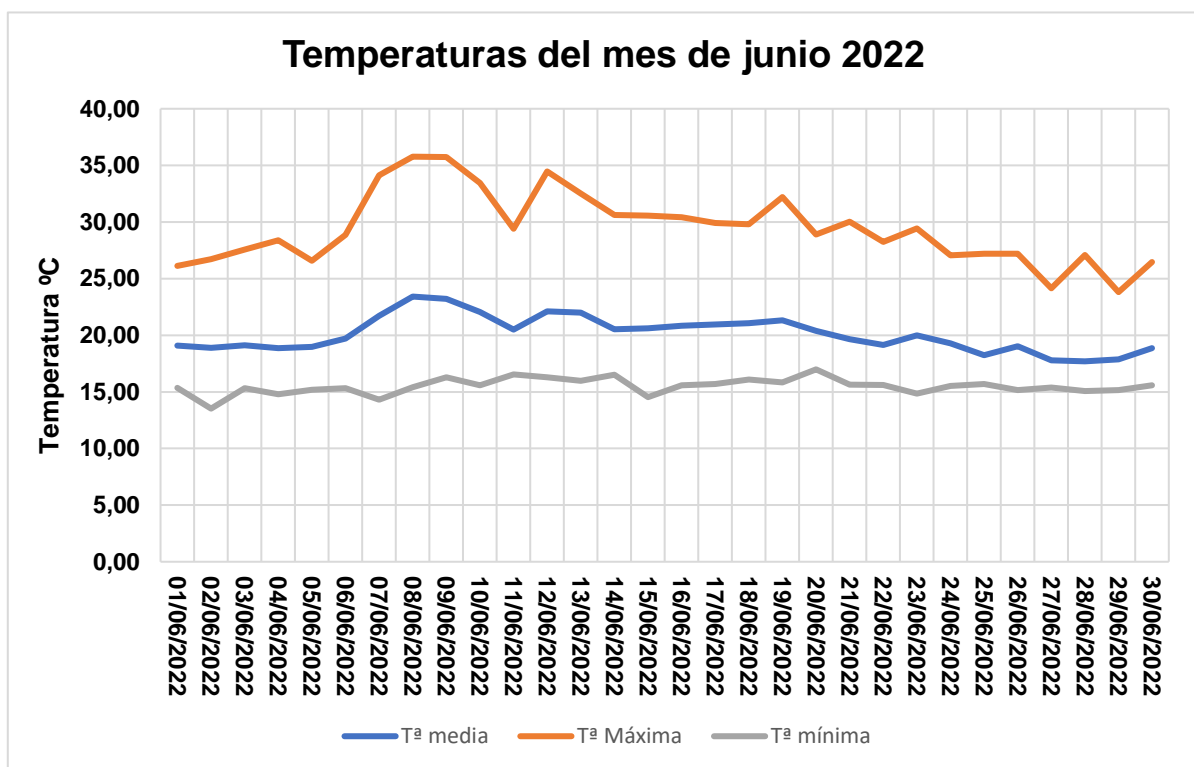


Gráfica 3: Temperaturas diarias de abril

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

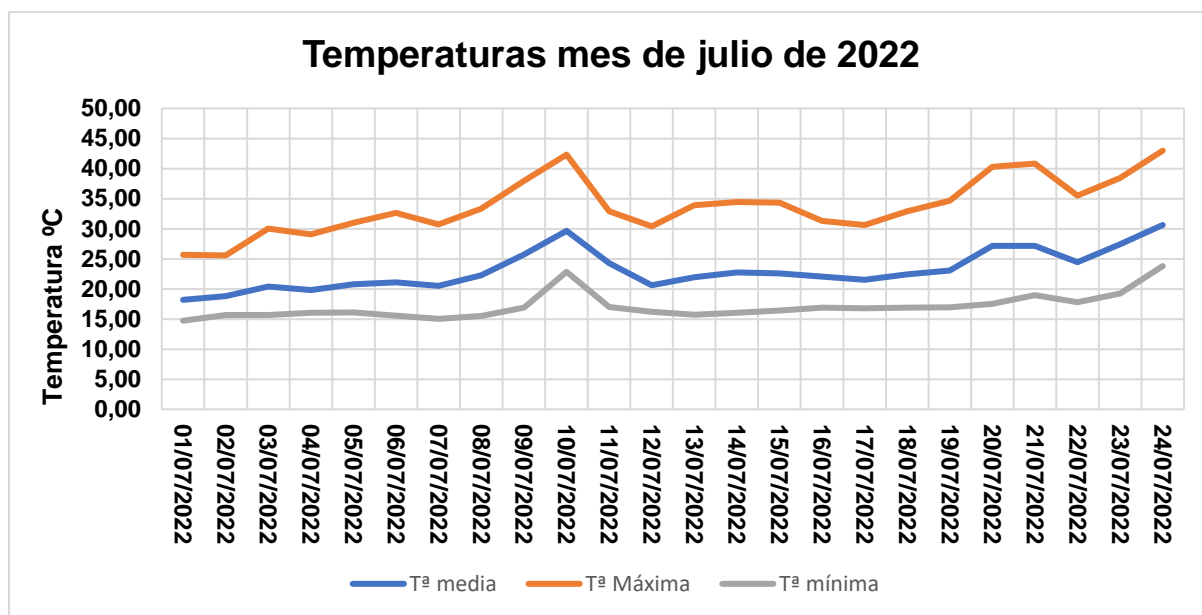


Gráfica 4: Temperaturas diarias de mayo



Gráfica 5: Temperaturas diarias de junio

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Gráfica 6: Temperaturas diarias de julio

Las temperaturas elevadas prolongadas comprendidas entre 30-40°C fueron especialmente perjudiciales para el desarrollo vegetativo y floral en la *Hydrangea macrophylla*, provocando un marchitamiento de las hojas más viejas y con menor turgencia, así como la falta de vigor en la emergencia floral, para posteriormente producirse la caída de la flor. Este efecto se observó con verdadera incidencia en los meses de junio y julio.

El efecto de las altas temperaturas en *Abelia grandiflora* tuvo un efecto similar, pero el daño provocado fue de menor en su desarrollo vegetativo, afectando sobre todo a la formación de algunas de las flores y produciendo su caída prematura.

## 5.2 Plagas y tratamientos aplicados

Algunas de las plagas encontradas a lo largo de estos seis meses de desarrollo del ensayo y que afectaron al cultivo fueron las siguientes.

Plagas encontradas en *Abelia grandiflora*:

- ***Spodoptera littoralis***
- ***Palpita vitrealis***
- ***Frankliniella occidentalis***
- ***Tetranychus urticae***

Plagas encontradas en *Hydrangea macrophylla*

- ***Erysipje polygoni***
- ***Tetranychus urticae***
- ***Cercospora hydrangeae***

Los tratamientos aplicados para el control de las plagas y enfermedades ocasionadas fueron los siguientes:

Para el control de la araña roja (*Tetranychus urticae*) fue necesario aplicar el día 22 de marzo jabón potásico además de una aplicación del acaricida Vertimec el día 28 de abril, dosificado al 0.1% mediante pulverización foliar, para poder hacer frente al desarrollo de la plaga, afectando a gran escala a la *Abelia grandiflora* y en menor medida a la *Hydrangea macrophylla*.

Para el control de lepidópteros como *Spodoptera littoralis* y *Palpita vitrealis* fue necesaria la aplicación del fitosanitario Decis protech a razón de 75cc/100l hasta en 4 ocasiones ya que, aunque no produjeron un daño significativo, se mantenía persistente.

### 5.3 Procesamiento estadístico de los datos

Para el análisis estadístico de los datos paramétricos recopilados durante los seis meses que duró el ensayo, se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistics, para así realizar un análisis de varianza (ANOVA) y poder comprobar los efectos producidos por la aplicación de los tratamientos en las distintas variables estudiadas para cada especie. Se aplicó un diseño estadístico de bloques al azar comprobando previamente la normalidad y homocedasticidad de los datos, con un nivel de significación del 5% para cada variable.

Es necesario mencionar que para poder realizar un análisis de varianza ANOVA se deben cumplir los siguientes criterios:

- Las poblaciones son normales (distribuciones de probabilidad de la variable dependiente correspondiente a cada factor)
- Las muestras sobre las que se aplican los tratamientos son independientes
- Las poblaciones poseen igual varianza (homocedasticidad)

Con la realización del análisis de varianza ANOVA, esperamos establecer los efectos producidos por la aplicación de cada tratamiento en cada una de las variables estudiadas, para poder decidir si los tratamientos son aceptables para su uso agrícola o, por el contrario, si sus efectos son negativos tanto para su desarrollo como en alguna variable ornamental. Por tanto, se desarrollarán las siguientes hipótesis a demostrar:

- $H_0$  = No existen diferencias significativas en las variables estudiadas entre los distintos tratamientos
- $H_1$  = Existen diferencias significativas en las variables estudiadas entre los distintos tratamientos



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Dichas hipótesis se comprobarán mediante el resumen aportado por las pruebas post hoc del análisis de varianza ANOVA que realizaremos para cada variable, comparando cada tratamiento entre sí y atendiendo a la significación que nos proporciona.

## 6. Resultados obtenidos y discusión.

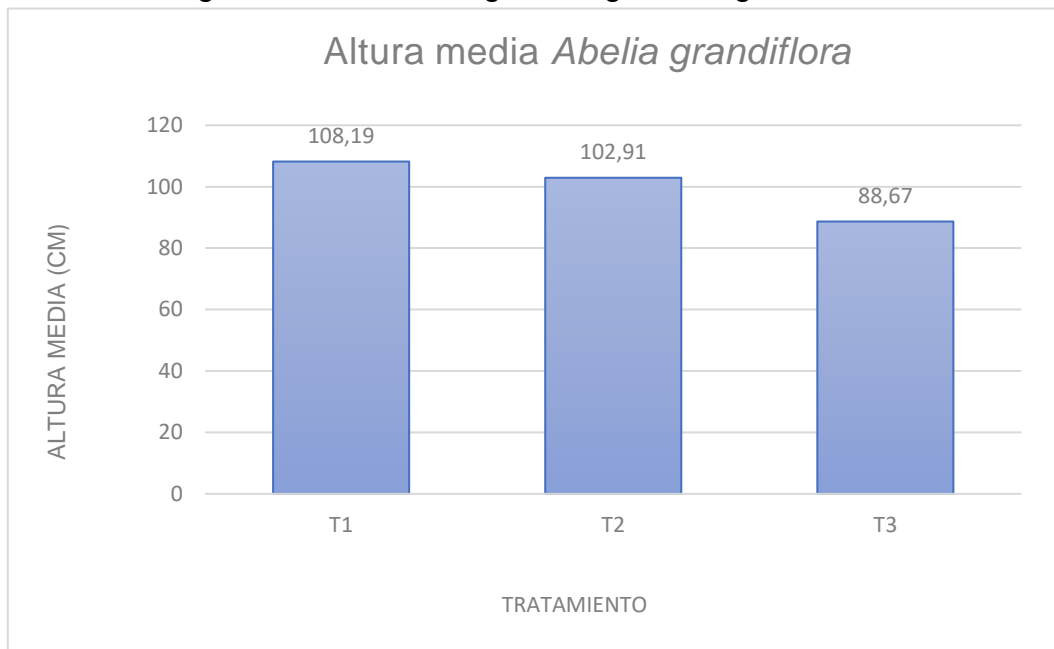
### 6.1 *Abelia grandiflora* (Rehder, 1990)

Se muestra a continuación los resultados obtenidos en las diferentes parámetros analizados

#### 6.1.1 Altura de la planta

Tratamiento	Altura media (cm)	Desviación típica
T1	108,19	22,41
T2	102,91	25,00
T3	88,67	26,47

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ALTURA PLANTA

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	5,2847	2,3758	,085	-,544	11,114
		RECHAZO	19,5194*	2,3758	<,001	13,691	25,348
	TESTIGO	DESALADA	-5,2847	2,3758	,085	-11,114	,544
		RECHAZO	14,2347*	2,3758	<,001	8,406	20,064
	RECHAZO	DESALADA	-19,5194*	2,3758	<,001	-25,348	-13,691
		TESTIGO	-14,2347*	2,3758	<,001	-20,064	-8,406

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

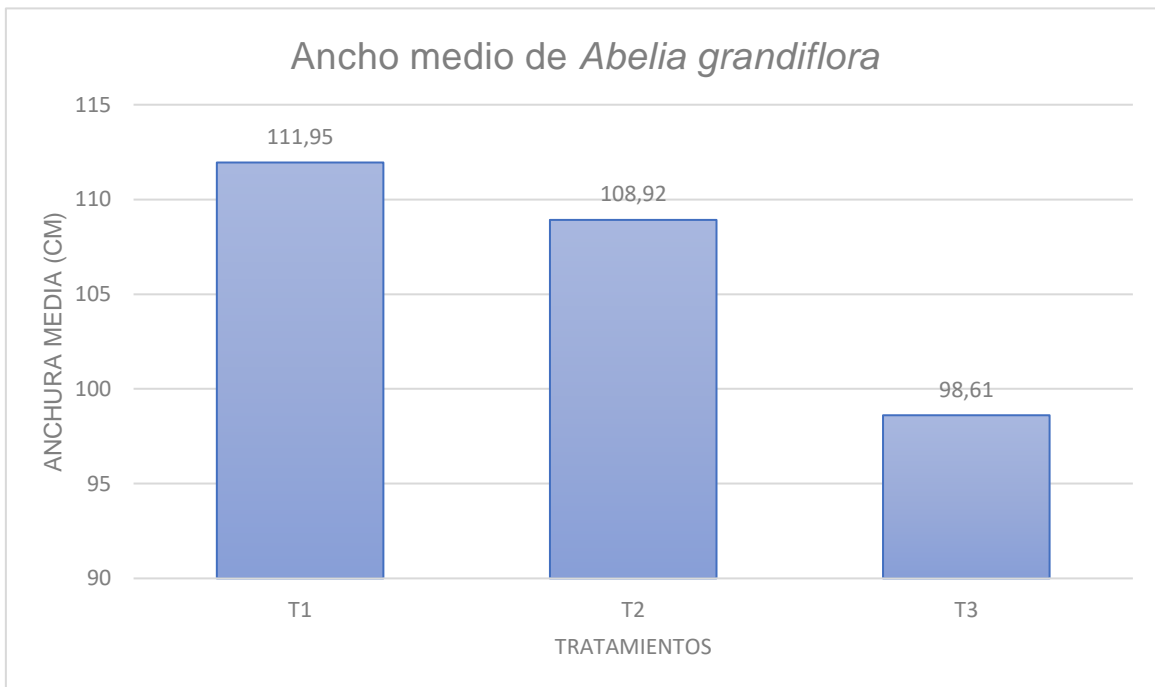
Respecto al parámetro de la altura, la media de los datos del tratamiento con agua desalada (T1) fue la mayor con 108,19 cm, seguido de las plantas del tratamiento con el agua testigo (T2) con una media de 102,91 cm y por último las plantas regadas con agua de rechazo (T3) con una media 88.67 cm. Las pruebas post hoc realizadas indicaron que existe una diferencia significativa entre el T3 frente a los otros tratamientos (T2 y T1), con una significación inferior al 0.01. En cuanto a la comparación de los datos del T1 con T2, su significación es ligeramente superior al 0.05, por lo que podemos indicar que la diferencia entre los datos no llega a ser significativa para vincularlo a un efecto producido por la aplicación de los tratamientos. Las medias obtenidas son similares a las del anterior ensayo, coincidiendo con lo descrito por Munns y Tester (2008) afirmando que las aguas con mayor carga salina provocan una disminución en el crecimiento.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.1.2 Ancho de la planta

Tratamiento	Anchura media (cm)	Desviación típica
T1	111.95	18.04
T2	108.92	19.55
T3	98.61	17.62

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ANCHO PLANTA

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	3,0315	1,7731	,233	-1,319	7,382
		RECHAZO	13,3449*	1,7731	<,001	8,995	17,695
	TESTIGO	DESALADA	-3,0315	1,7731	,233	-7,382	1,319
		RECHAZO	10,3134*	1,7731	<,001	5,963	14,664
	RECHAZO	DESALADA	-13,3449*	1,7731	<,001	-17,695	-8,995
		TESTIGO	-10,3134*	1,7731	<,001	-14,664	-5,963

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Para el parámetro ancho de la planta, sucedió lo mismo que el caso anterior, obteniéndose el mayor valor el correspondiente al tratamiento T1 con 111,95 cm, seguido del tratamiento T2 con 108,92 cm y por último el tratamiento T3 con una media de 98,61 cm. Atendiendo a la significación aportada por el análisis de este parámetro, se puede afirmar que existe una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos T1 y T3, además de entre el T2 y el T3, ya que su significancia es inferior al 0.05. Respecto al tratamiento T1 y T2 la significancia es de 0.23, superior al límite establecido de 0.05, por lo que se entiende que no existe una correlación entre la aplicación del tratamiento y su efecto en este parámetro.

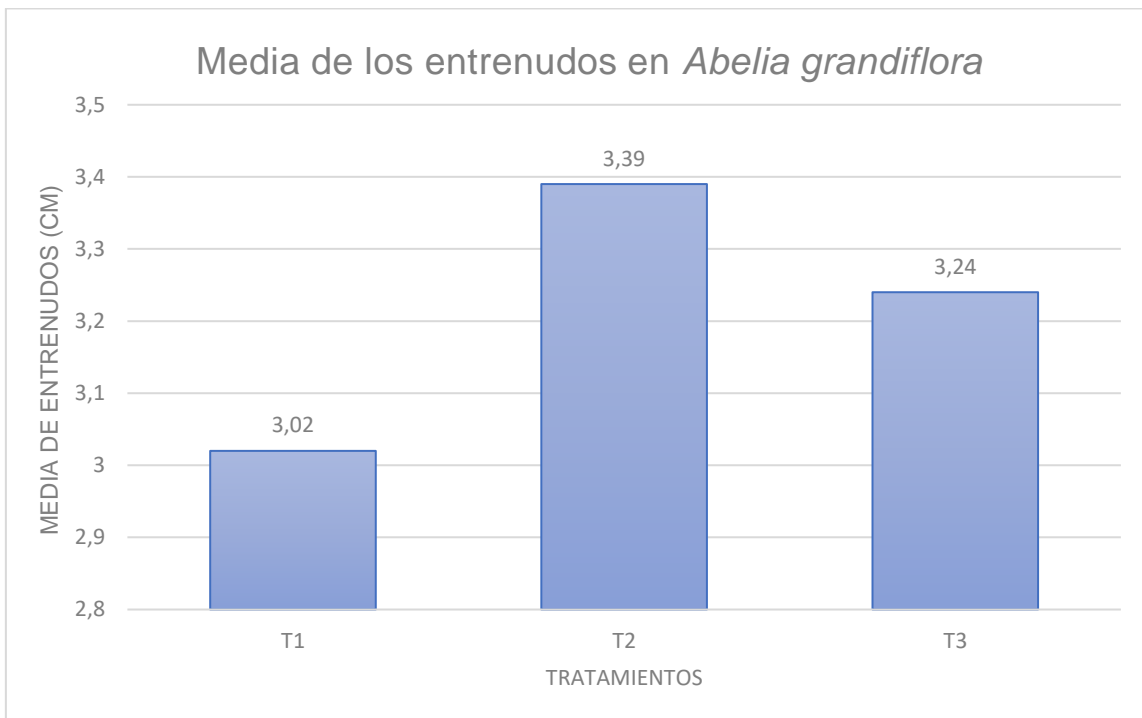
El mayor ancho de la planta obtenido en el ensayo anterior se correspondió al tratamiento T2, aunque no fue el caso del actual ensayo, siendo el mayor valor el correspondiente al tratamiento T1, esto coincide con lo observado por Munns, et al. (1982) citado por (Fernández Ruiz, 2012) donde afirman que si las condiciones de salinidad persisten puede aumentar el índice de iones en suelo que provoque una toxicidad específica, lo que conlleva a una deficiencia nutricional. Esto provoca que la planta no pueda absorber los nutrientes necesarios para que el crecimiento y desarrollo vegetativo sea adecuado. (Greenway y Munns, 1980; Tani, 1990; Neumann 1997, citado por Fernández Ruiz, 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

### 6.1.3 Distancia de los entrenudos

Tratamiento	Media de los entrenudos (cm)	Desviación típica
T1	3.02	0.47
T2	3.39	0.63
T3	3.24	0.58

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MEDIA ENTRENUDOS

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	-,37762*	,05486	<,001	-,5122	-,2430
		RECHAZO	-,28472*	,05486	<,001	-,4193	-,1501
	TESTIGO	DESALADA	,37762*	,05486	<,001	,2430	,5122
		RECHAZO	,09290	,05486	,239	-,0417	,2275
	RECHAZO	DESALADA	,28472*	,05486	<,001	,1501	,4193
		TESTIGO	-,09290	,05486	,239	-,2275	,0417

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Respecto al parámetro longitud media de los entrenudos, el valor medio mayor se obtuvo con el tratamiento T2, con 3.39 cm seguido del tratamiento T3 con una media de 3.24 cm y por último del tratamiento T1 con una media de 3.02 cm. De acuerdo con el análisis post hoc de este parámetro, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2, además del T1 y T3, con una significación menor al 0.01 en ambas comparaciones. En el caso del tratamiento T2 y T3, no se muestran indicios de que exista una inferencia significativa que influya en el parámetro, siendo su significancia de 0.239.

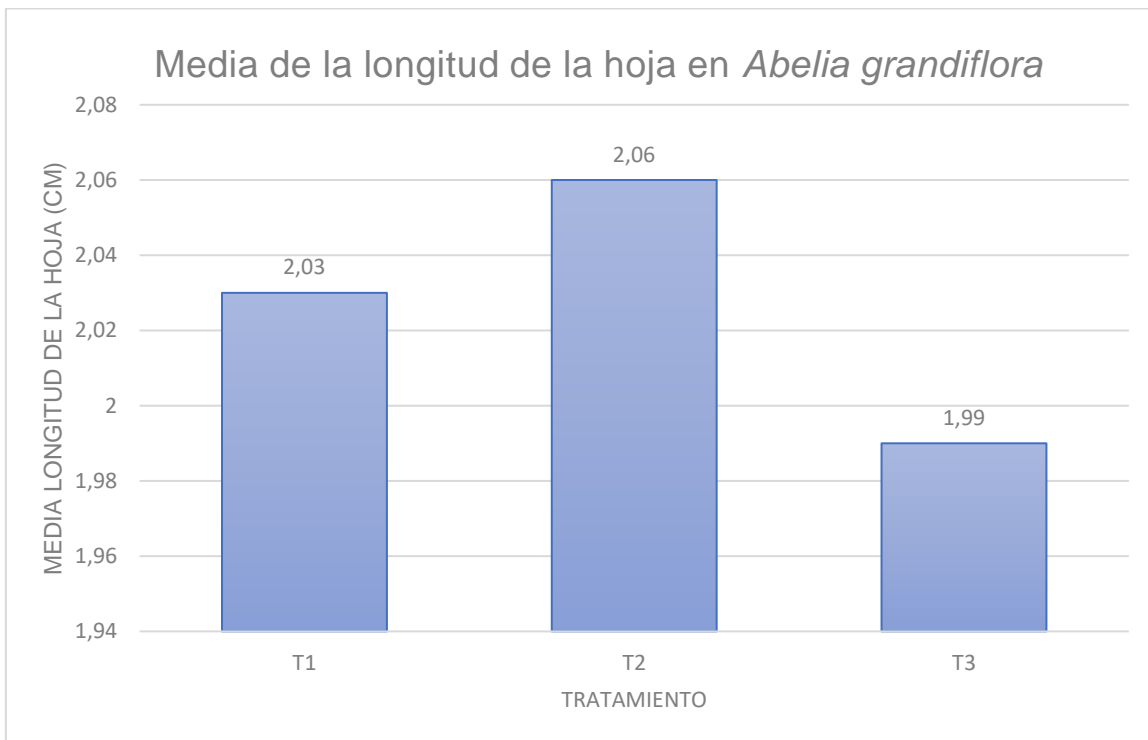
Al ser este un nuevo parámetro a analizar en el ensayo, no se poseen datos previos con que compararlo, pero es interesante analizar el resultado de este parámetro en conjunto al parámetro de la altura media obtenida, cuyo valor máximo se obtuvo con el tratamiento T1. Esto quiere decir que las plantas bajo el tratamiento de agua desalada desarrollaron una mayor longitud media produciendo además un mayor número de entrenudos.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.1.4 Longitud de las hojas

Tratamiento	Longitud media de las hojas (cm)	Desviación típica
T1	2.03	1.79
T2	2.06	1.80
T3	1.99	1.76

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: LONGITUD HOJA

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	-,0255	,1719	,989	-,447	,396
		RECHAZO	,0370	,1719	,977	-,385	,459
	TESTIGO	DESALADA	,0255	,1719	,989	-,396	,447
		RECHAZO	,0625	,1719	,936	-,359	,484
	RECHAZO	DESALADA	-,0370	,1719	,977	-,459	,385
		TESTIGO	-,0625	,1719	,936	-,484	,359

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Analizando el parámetro de la longitud de la hoja, los datos exponen que la mayor media se obtuvo en el tratamiento T2 con 2.06 cm, seguido del tratamiento T1 con una media de 2.03 cm y por último el tratamiento T3 con 1.99 cm. En cuanto a las pruebas post hoc realizadas, no existió ninguna relación entre los distintos tratamientos que vinculasen los datos con diferencias significativas entre ellos, siendo su significación cercana a 1.

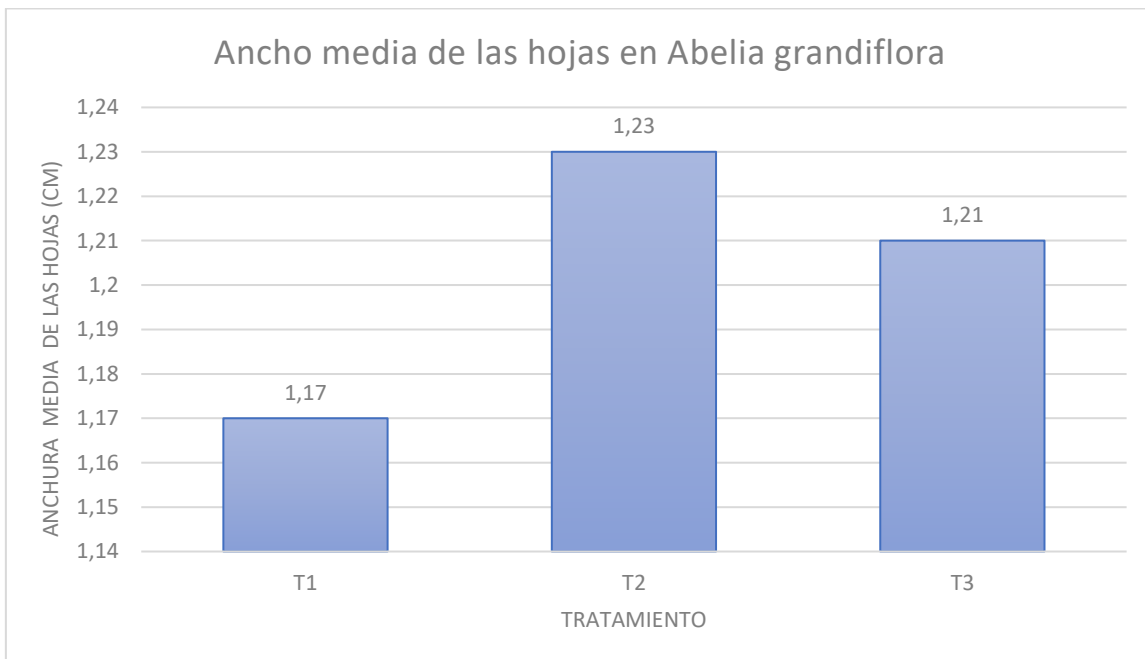
Se puede comprobar al igual que en el primer ensayo que debido a la ausencia de ciertos elementos esenciales como su exceso, afectan en mayor o menor grado al desarrollo de las hojas, aunque en este ensayo se obtuvo una longitud de la hoja inferior para el tratamiento T3, lo que corrobora el grado de sensibilidad de la *Abelia grandiflora* (Cassaniti, Romano, & J. Flowers, 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.1.5 Ancho de las hojas

Tratamiento	Anchura media de las hojas(cm)	Desviación típica
T1	1.17	1.08
T2	1.23	1.09
T3	1.21	1.09

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ANCHO HOJA

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	-,0523	,1050	,883	-,310	,205
		RECHAZO	-,0361	,1050	,943	-,294	,222
	TESTIGO	DESALADA	,0523	,1050	,883	-,205	,310
		RECHAZO	,0162	,1050	,988	-,241	,274
	RECHAZO	DESALADA	,0361	,1050	,943	-,222	,294
		TESTIGO	-,0162	,1050	,988	-,274	,241

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

En cuanto al parámetro de la ancho de la hoja, la mayor media se obtuvo en el tratamiento T2 con 1.23 cm, seguida del tratamiento T3 con 1.21 cm y por último el T1 con 1.17 cm. Al igual que con el parámetro de la longitud de las hojas, la prueba post hoc no mostró ninguna diferencia significativa entre los distintos tratamientos, siendo la significancia cercana al valor 1. En este parámetro se obtuvo como menor ancho medio al tratamiento T1, lo que puede implicar alguna deficiencia en algún nutriente que interfiera en su desarrollo.

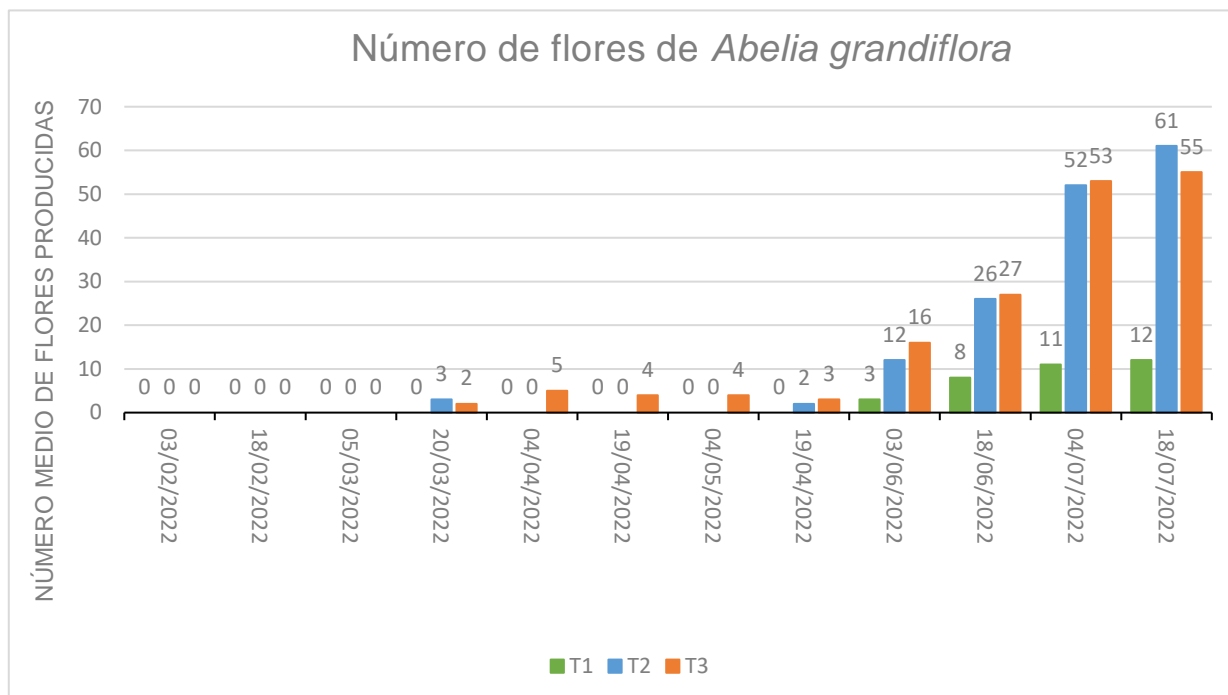
Teniendo en cuenta lo mencionado en este ensayo sobre la salinidad, cuando se encuentra en el medio circundante a las raíces, puede provocar diferentes efectos en las plantas. Las sales actúan en dos fases (Munns, et al. 1995, citado por Fernández-Ruiz, 2012). La primera ocurre con la aparición del estrés hídrico a causa de un descenso del potencial hídrico en las raíces. Si la planta se ve sometida a éste, durante un periodo corto de tiempo, no suele presentarse la segunda fase, entendiéndose por segunda fase la aparición de deficiencias nutricionales y toxicidades por iones (Alarcón, et al. 1993, Neumann, et al., 1997, citado por Fernández-Ruiz, 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.1.6 Media del número de flores producidas

Tratamiento	Media del número de flores (cm)	Desviación típica
T1	2.80	7.31
T2	13.06	28.48
T3	14.21	40.02

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: NÚMERO DE FLORES

	(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Scheffe	DESALADA	TESTIGO	-10,264*	2,759	,001	-17,03	-3,49
		RECHAZO	-11,417*	2,759	<,001	-18,19	-4,65
	TESTIGO	DESALADA	10,264*	2,759	,001	3,49	17,03
		RECHAZO	-1,153	2,759	,916	-7,92	5,62
	RECHAZO	DESALADA	11,417*	2,759	<,001	4,65	18,19
		TESTIGO	1,153	2,759	,916	-5,62	7,92

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Por último, el análisis del parámetro referente al número medio de flores producidas estableció que el tratamiento que más flores produjo a lo largo del ensayo fue el tratamiento T3 con una media de 14.21 flores producidas, seguido del tratamiento T2 con 13.06 flores y finalmente el T1 con 2.80 flores. Teniendo en cuenta los resultados de la prueba post hoc para este parámetro, se estableció la existencia de diferencias significativas entre el tratamiento T1 y T2, además del T1 y T3 con una significación inferior al 0.05, indicando que la aplicación del tratamiento T1 produce un efecto importante sobre este parámetro. Respecto al tratamiento T2 y T3, no existe diferencia significativa entre ellas, siendo su significación de 0.916.

En resumen, se obtuvo que con la aplicación del agua desalada (tratamiento T1) la planta obtiene una mayor altura y ancho, llegando a formar entrenudos más cortos, pero más numerosos, con folíolos de dimensiones dentro del rango típico de la especie. En cuanto a la producción de flores se vio drásticamente afectada llegando a retrasar su formación, además de su cantidad, hasta mediados de junio.

Con la aplicación del agua testigo (tratamiento T2), la planta tuvo un crecimiento en altura y anchura similar, aunque menor al tratamiento T1, convirtiendo al tratamiento T2 en el tratamiento que mayor valor obtuvo en la distancia en los entrenudos y en las dimensiones de los folíolos producidos. Atendiendo a la producción de flores, no se observaron diferencias significativas con el T3, entrando en máxima producción en los últimos meses del ensayo.

Por último, con el tratamiento de agua de rechazo (tratamiento T3) se obtuvieron plantas de tamaño y de ancho pobres, siendo sus ramas muy quebradizas y endebles, la distancia de los entrenudos fueron similares a los del tratamiento T2 con folíolos de dimensiones reducidas. A pesar de la dificultad en su desarrollo, las plantas de este tratamiento fueron las que mayor número de flores llegaron a formar y destacaron por la precocidad de su emergencia, que empezaron a formarse desde principios del mes de abril.

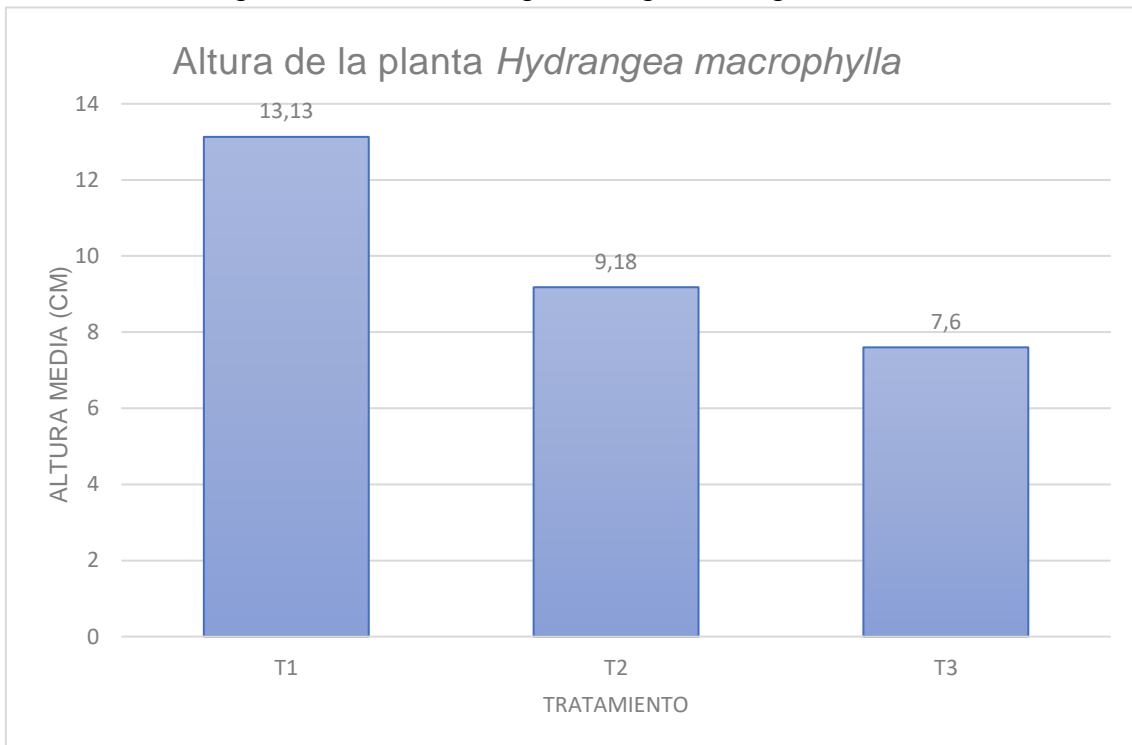
## 6.2 *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser

Se muestra a continuación los resultados obtenidos en las diferentes parámetros analizados

### 6.2.1 Altura de la planta

Tratamiento	Media altura de la planta (cm)	Desviación típica
T1	13.13	4.33
T2	9.18	5.15
T3	7.60	2.70

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ALTURA PLANTA (CM)

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	3,9927*	,4054	<,001	2,998	4,987
	RECHAZO	5,5263*	,4054	<,001	4,532	6,521
TESTIGO	DESALADA	-3,9927*	,4054	<,001	-4,987	-2,998
	RECHAZO	1,5336*	,4063	<,001	,537	2,531
RECHAZO	DESALADA	-5,5263*	,4054	<,001	-6,521	-4,532
	TESTIGO	-1,5336*	,4063	<,001	-2,531	-,537

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

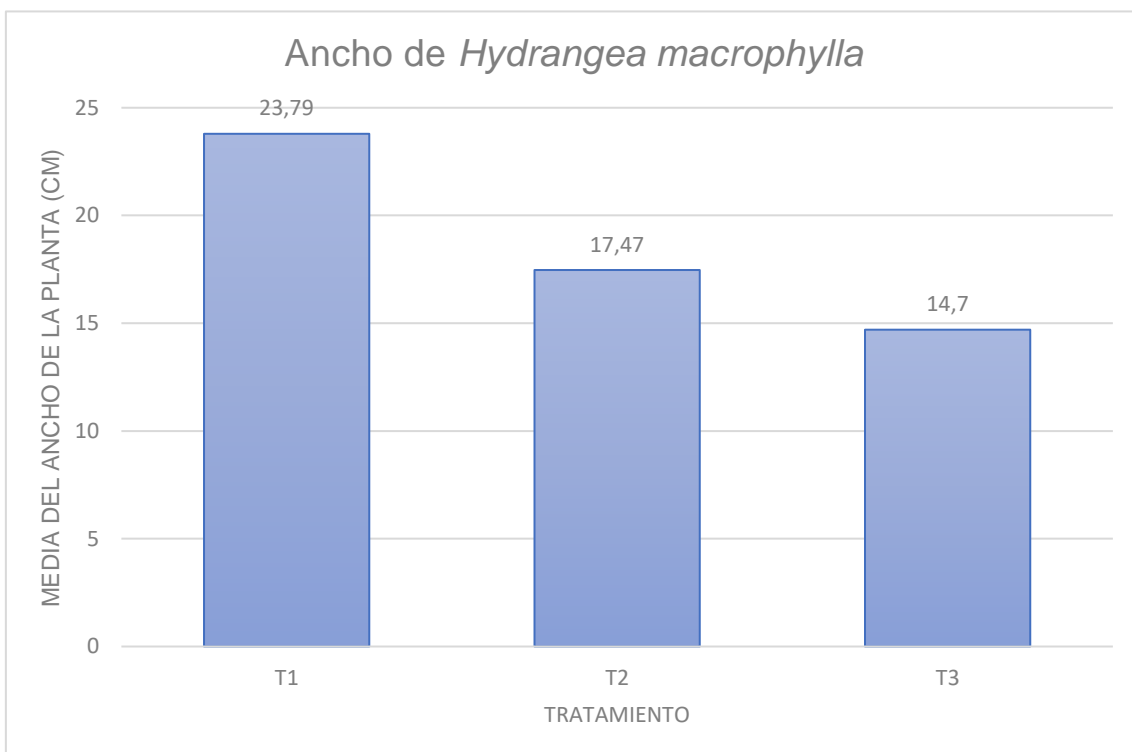
El parámetro de la altura media producida mostró que el tratamiento con mayor media fue T1 con 13.13 cm, seguido del tratamiento T2 con 9.18 cm y por último el tratamiento T3 con 7.6 cm. La prueba post hoc demostró que existen diferencias significativas entre cada una de las comparaciones posibles de los tratamientos sobre su efecto en este parámetro, siendo la significancia inferior al 0.01. Este parámetro obtuvo diferencias con la altura media obtenida del ensayo preliminar, siendo el tratamiento con agua desalada el que mayor altura obtuvo, siendo el tratamiento T3 el menor. Esto puede deberse a un desarrollo vegetativo máximo en el primer caso frente a un desarrollo más compacto con el tratamiento de agua de rechazo, debido a la carga salina en el sustrato, produciendo plantas con un crecimiento más compacto (Cameron R.W. F. et al., 2004) citado por (Cassaniti et al., 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

### 6.2.2 Ancho de la planta

Tratamiento	Media ancho de la planta (cm)	Desviación típica
T1	23.79	6.25
T2	17.47	10.02
T3	14.70	5.33

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ANCHURA PLANTA (CM)

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	6,3959 <sup>*</sup>	,7237	<,001	4,620	8,171
	RECHAZO	9,0921 <sup>*</sup>	,7237	<,001	7,317	10,868
TESTIGO	DESALADA	-6,3959 <sup>*</sup>	,7237	<,001	-8,171	-4,620
	RECHAZO	2,6963 <sup>*</sup>	,7254	,001	,917	4,476
RECHAZO	DESALADA	-9,0921 <sup>*</sup>	,7237	<,001	-10,868	-7,317
	TESTIGO	-2,6963 <sup>*</sup>	,7254	,001	-4,476	-,917

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

El análisis del parámetro del ancho medio producido mostró que el tratamiento con mayor ancho desarrollado fue el tratamiento T1 con 23.79 cm, seguido de tratamiento T2 con 17.47 cm y por último el tratamiento T3 con 14.7 cm. De acuerdo con la prueba post hoc, expuso que existían diferencias significativas entre cada tratamiento, siendo la significancia en cada caso inferior al 0.01, lo que implica una diferencia importante entre los datos de cada tratamiento.

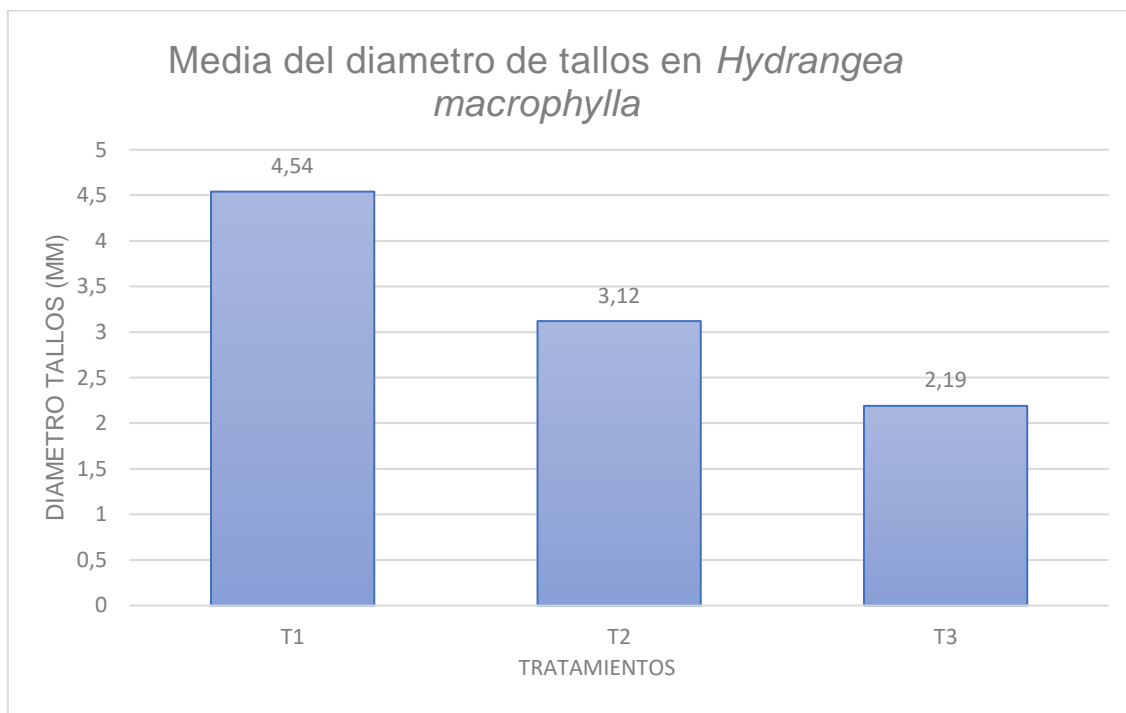
En este parámetro se obtuvo como mayor valor al tratamiento con agua desalada, frente a los datos del anterior ensayo. La diferencia entre los datos puede permitirnos afirmar que el uso de agua con altas concentraciones en sales puede ser una alternativa adecuada, esto desde el punto de vista de jardinería puede interesar, tal y como lo indica Cameron et al. (2004), siempre que la carga salina no se convierta en un impedimento a lo largo del tiempo.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

### 6.2.3 Diámetro del tallo

Tratamiento	Media diámetro del tallo (mm)	Desviación típica
T1	4.54	0.94
T2	3.12	1.81
T3	2.19	1.87

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DIAMETRO TALLO NUEVO (MM)

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	,70829*	,19793	,002		,2227	1,1939
	RECHAZO	1,17167*	,19793	<,001		,6861	1,6573
TESTIGO	DESALADA	-,70829*	,19793	,002		-1,1939	-,2227
	RECHAZO	,46338	,19793	,065		-,0222	,9490
RECHAZO	DESALADA	-1,17167*	,19793	<,001		-1,6573	-,6861
	TESTIGO	-,46338	,19793	,065		-,9490	,0222

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

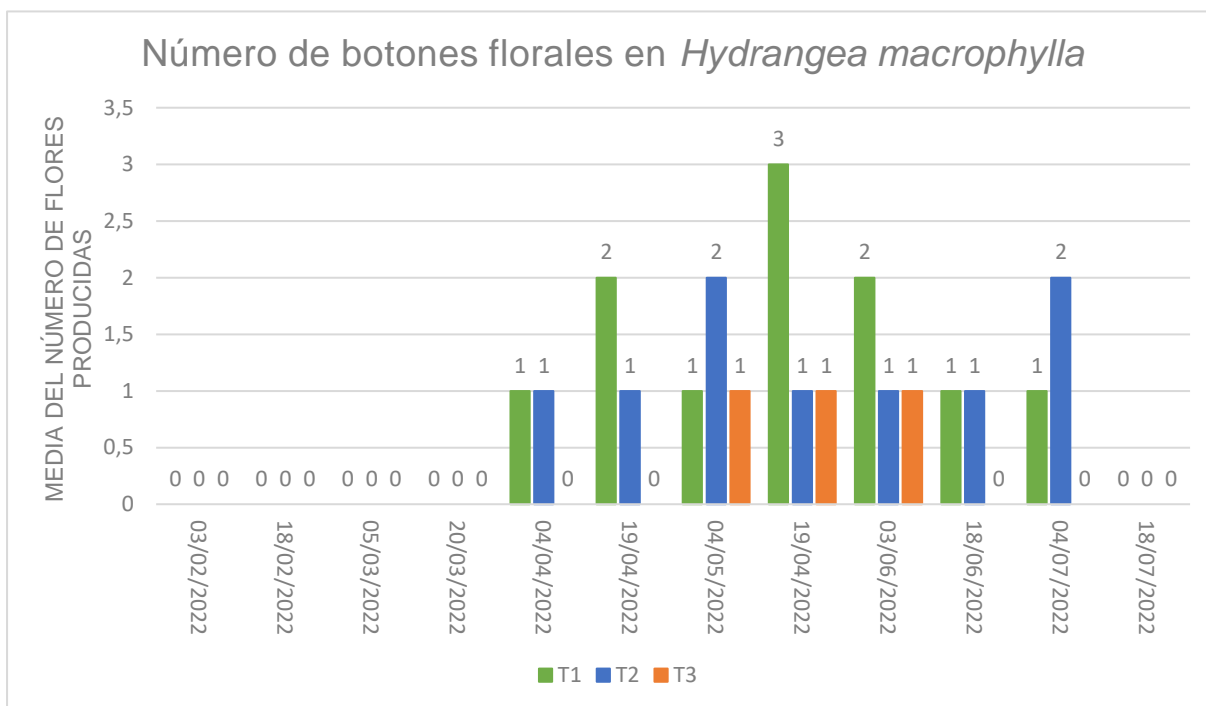
En cuanto a la media de diámetros de los tallos producidos, se obtuvo que el mayor diámetro se obtuvo con el tratamiento T1 con 4.54 mm, seguido del tratamiento T2 con 3.12 mm y por último el tratamiento T3 con 2.19 mm. La significación aportada por la prueba post hoc demostró que existían diferencias significativas entre el tratamiento T1 y T2 además de la comparación entre el tratamiento T1 y T3. En el caso de la prueba post hoc entre el tratamiento T2 y T3, la significación es ligeramente superior al límite de 0.05, por lo que podemos estimar que las diferencias producidas por la aplicación de los distintos tratamientos no son significativas. Al ser un parámetro nuevo en este ensayo no existen datos con los que compararlos, pero se puede apreciar que el tratamiento T1 produce un crecimiento vegetativo mayor.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.2.4 Número de botones florales formados

Tratamiento	Media del número de botones florales	Desviación típica
T1	1,38	0,852
T2	1,13	0,99
T3	0,38	0,72

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: N° DE BOTONES FLORALES

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	,069	,082	,697	-,13	,27
	RECHAZO	,315*	,082	<,001	,11	,52
TESTIGO	DESALADA	-,069	,082	,697	-,27	,13
	RECHAZO	,245*	,082	,011	,05	,45
RECHAZO	DESALADA	-,315*	,082	<,001	-,52	-,11
	TESTIGO	-,245*	,082	,011	-,45	-,05

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

En el análisis del parámetro de número de botones florales producidos, el tratamiento T1 fue el que obtuvo el mayor valor de 1,38 botones florales, seguido del tratamiento T2 con 1,13 y por último el tratamiento T3 con 0.38 botones florales. Teniendo en cuenta el análisis post hoc, se comprueba que existe una diferencia significativa entre el tratamiento T3 y T1, además del tratamiento T3 y T2, con una significación en ambos casos inferior al 0.05. En el caso de la comparación realizada entre el tratamiento T1 y T2, la significación otorgada por el análisis señala que no existen diferencias importantes entre estos tratamientos.

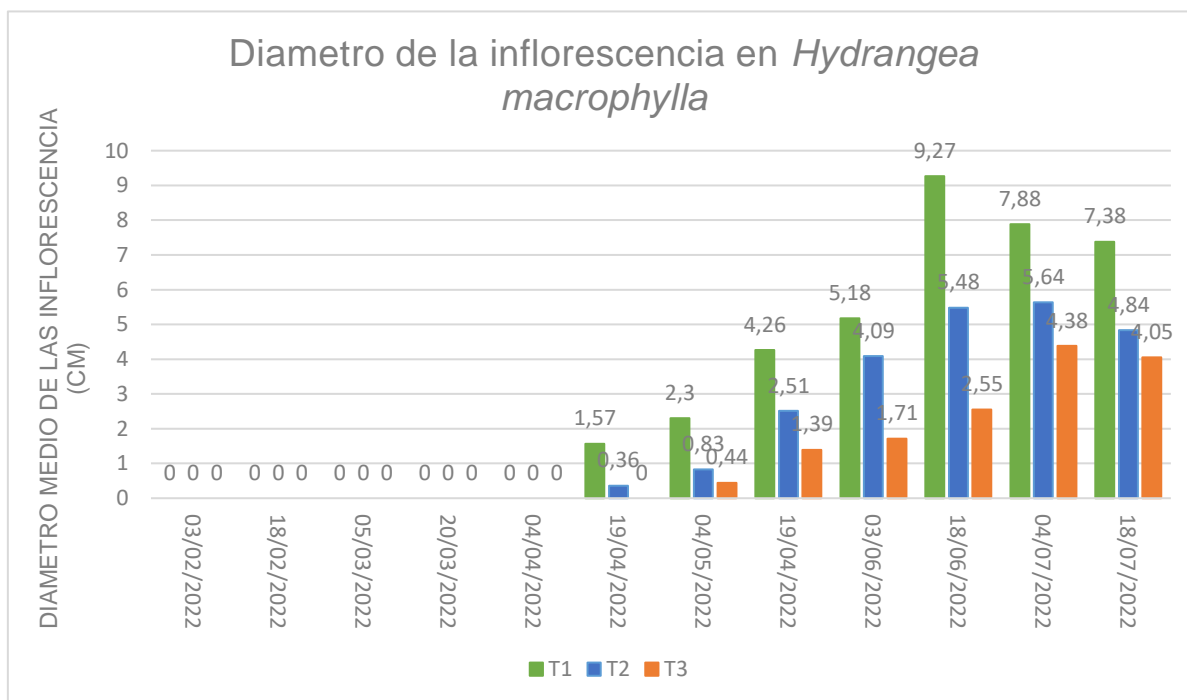
En este parámetro fue similar al obtenido en el anterior ensayo, siendo las plantas del tratamiento T1 las que mayor número desarrollaron, aunque cabe mencionar que su valor es significativamente menor al obtenido en el primer ensayo. También se ha de mencionar que las altas temperaturas producidas, pudieron ser relevantes en cuanto a su producción de los botones florales (Foto: 22).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.2.5 Diámetro de las inflorescencias

Tratamiento	Media diámetro de inflorescencia (cm)	Desviación típica
T1	6.05	4.99
T2	3.90	4.73
T3	2.42	4.10

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: MEDIA DIAMETROS INFLORESCENCIA CM

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	2,14753*	,63008	,003	,5980	3,6970
	RECHAZO	3,62562*	,63008	<,001	2,0761	5,1751
TESTIGO	DESALADA	-2,14753*	,63008	,003	-3,6970	-,5980
	RECHAZO	1,47809	,63008	,065	-,0714	3,0276
RECHAZO	DESALADA	-3,62562*	,63008	<,001	-5,1751	-2,0761
	TESTIGO	-1,47809	,63008	,065	-3,0276	,0714

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

En cuanto al parámetro de la media del diámetro de la inflorescencia formada, se obtuvo que el tratamiento T1 fue el que desarrolló la inflorescencia mayor con un diámetro medio de 6.05 cm, seguido del tratamiento T2 con 3.90 cm y por último el tratamiento T3 con 2,42 cm. El análisis post hoc señaló que existen diferencias importantes entre el tratamiento T1 y T2, además de con el tratamiento T1 y T3. Por otro lado, el tratamiento T3 y T2 poseen una significación del 0.065, por lo que, aunque sea un valor cercano al límite establecido, no podemos vincularlo con seguridad a un efecto producido por la aplicación de los distintos tratamientos.

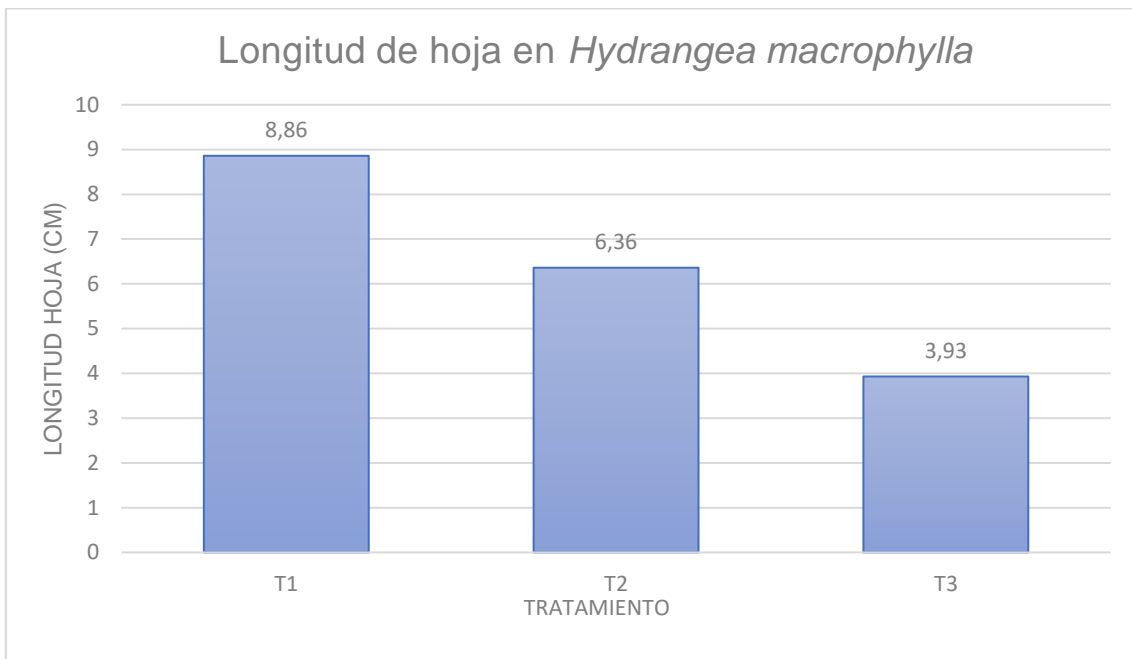
En este parámetro, se obtiene que el tamaño de la inflorescencia del tratamiento T1 es superior frente a los datos obtenidos en el anterior ensayo. Este puede ser un síntoma que, debido al efecto osmótico de las sales en el entorno de la planta debido al uso continuado de aguas salinas, produciendo la reducción de las hojas, (Blum, 1986, citado por Cassaniti et al., 2012).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

### 6.2.6 Longitud media de las hojas

Tratamiento	Media longitud de la hoja (cm)	Desviación típica
T1	8.86	2.00
T2	6.36	4.26
T3	3.93	3.22

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



#### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: LONGITUD HOJA (CM)

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	2,4987*	,4156	<,001	1,477	3,520	
	RECHAZO	4,9302*	,4148	<,001	3,911	5,950	
TESTIGO	DESALADA	-2,4987*	,4156	<,001	-3,520	-1,477	
	RECHAZO	2,4315*	,4156	<,001	1,410	3,453	
RECHAZO	DESALADA	-4,9302*	,4148	<,001	-5,950	-3,911	
	TESTIGO	-2,4315*	,4156	<,001	-3,453	-1,410	

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

En el caso del parámetro longitud de la hoja formada, se obtuvo que el tratamiento T1 consiguió el mayor valor con 8.86 cm de longitud, seguido del tratamiento T2 con 6.36 cm y por último del tratamiento T3 con 3.93 cm. Las pruebas post hoc realizadas indicaron que existían diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos utilizados, esto se puede apreciar solo fijándonos en lo separado que están las medias de cada tratamiento, así como de la desviación estándar obtenida. Respecto a este parámetro se obtuvo un mayor valor con el tratamiento de agua desalada, esto puede deberse a que la acumulación progresiva de las sales en el sustrato a de tenerse siempre en cuenta.

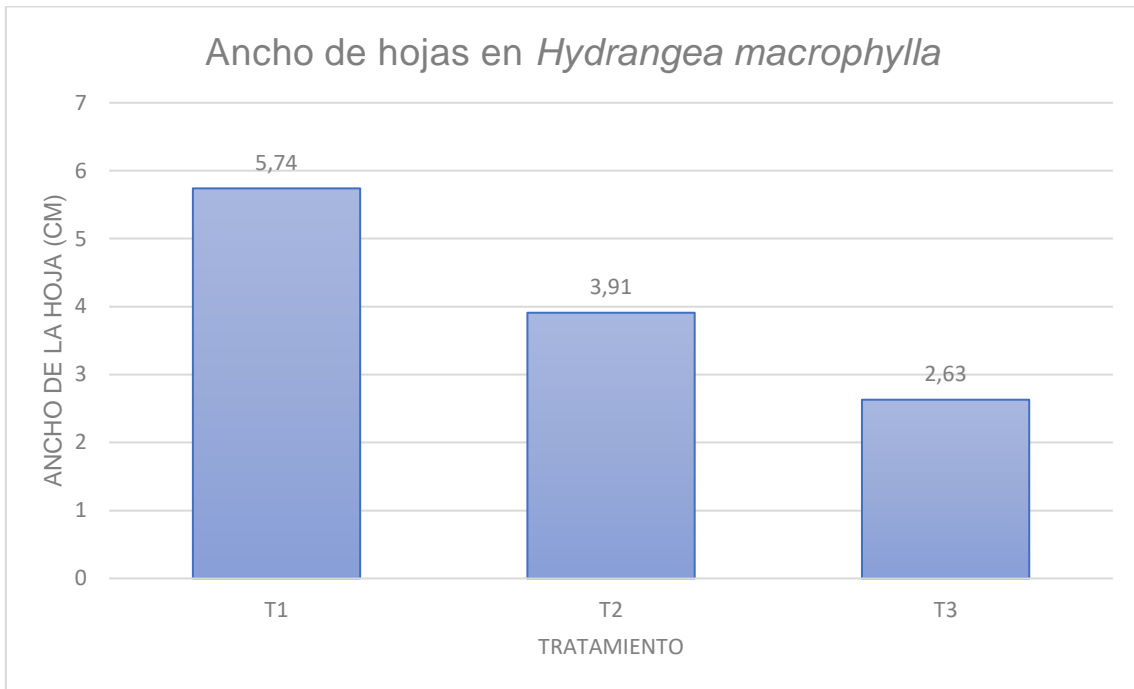


VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

6.2.7 Ancho de las hojas

Tratamiento	Media ancho de la hoja (cm)	Desviación típica
T1	5.74	1.28
T2	3.91	2.52
T3	2.63	2.13

T1: Agua desalada, T2: Agua testigo, T3: Agua de rechazo



Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ANCHO HOJA (CM)

Scheffe

(I) TRATAMIENTO	(J) TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	Límite inferior	Límite superior
DESALADA	TESTIGO	1,8214*	,2584	<,001	1,187	2,456	
	RECHAZO	3,1056*	,2584	<,001	2,471	3,740	
TESTIGO	DESALADA	-1,8214*	,2584	<,001	-2,456	-1,187	
	RECHAZO	1,2841*	,2584	<,001	,649	1,919	
RECHAZO	DESALADA	-3,1056*	,2584	<,001	-3,740	-2,471	
	TESTIGO	-1,2841*	,2584	<,001	-1,919	-,649	

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Por último, al analizar el parámetro de la media del ancho de la hoja formada, se obtuvo que el tratamiento con mayor valor se correspondía al tratamiento T1 con un valor de 8,86 cm seguido del tratamiento T2 con 6.36 cm, siendo el menor valor de este parámetro correspondiente al tratamiento T3 con 3.93 cm. Al igual que con el parámetro de la media de la longitud de la hoja formada, la prueba post hoc muestra una significancia inferior al 0.01 en cada una de las comparaciones realizadas por dicho análisis, lo que revela que existen diferencias importantes en este parámetro por la aplicación de los distintos tratamientos.

En resumen, con el tratamiento T1 las plantas obtenían un crecimiento vegetativo mayor en cada uno de los parámetros estudiados llegando a formar inflorescencias de hasta 14 cm de diámetro en casos aislados (Foto: 21). Los datos obtenidos del tratamiento T2 son consecutivos al tratamiento T1 en cada uno de los parámetros estudiados, ocurriendo lo mismo para el tratamiento T3, siendo menor en cada parámetro respecto al T2.

## 8. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se ha realizado el ensayo, he llegado a las siguientes conclusiones:

1. Existen diferencias significativas apreciadas en cada uno de los parámetros estudiados, salvo para la longitud de la hoja y el ancho de la hoja en la *Abelia grandiflora*.
2. El tratamiento T3 fue el que obtuvo el mayor valor en el parámetro de número de flores producidas en la especie *Abelia grandiflora*, destacando además por la precocidad de su emergencia.
3. El tratamiento que produjo los valores más elevados en cada parámetro fue el tratamiento T1 (Agua desalada), produciendo el mayor crecimiento vegetativo.
4. El aspecto visual de las plantas tratadas de ambas especies se consideró afectada, produciendo en las plantas del tratamiento T1 un buen crecimiento vegetativo frente al pobre crecimiento de las plantas del tratamiento T3.
5. Se encontraron diferencias significativas en los parámetros estudiados con respecto a los datos del anterior ensayo.

Por tanto, se concluye que existen diferencias significativas en las variables estudiadas entre los distintos tratamientos, observándose estas diferencias en ambas especies, siendo el tratamiento T1 (agua desalada) el causante de un mayor desarrollo vegetativo en general en ambas especies, salvo el periodo de floración de la *Abelia grandiflora*, que mostró mejores resultados en este parámetro con el tratamiento T3 (agua de rechazo), aunque con el inconveniente de una disminución considerable en su estado y desarrollo vegetativo.

Cabe mencionar que la acumulación de sales en el sustrato de cada tratamiento (en mayor medida en las plantas T3 y T2) pudieron tener una influencia importante en los datos recogidos. En mi opinión, para poder contrastar mi hipótesis y resultados, considero necesario realizar un ensayo con las mismas especies, pero con el sustrato renovado, por un periodo de tiempo similar al que se presentó en este ensayo.

## 9. CONCLUSIONS

After discussing the data obtained and comparing it, I have come to the following conclusion:

1. There are significant differences observed in each of the parameters studied, except for leaf length and leaf width in *Abelia grandiflora*.
2. The T3 treatment was the one that obtained the highest value in the parameter of number of flowers produced in the species *Abelia grandiflora*, also standing out for the precocity of its emergence.
3. The treatment that produced the highest values in each parameter was treatment T1 (Desalinated water), producing the highest vegetative growth.
4. The visual appearance of the treated plants of both species was considered affected, producing good vegetative growth in the T1 treatment plants compared to the poor growth of the T3 treatment plants.
5. Significant differences were found in the parameters studied with respect to the data from the previous trial.

Therefore, it is concluded that there are significant differences in the variables studied between the different treatments, observing these differences in both species, being the treatment T1 (Desalinated water) the cause of greater vegetative development in general in both species, except for the flowering period of *Abelia grandiflora*, which showed better results in this parameter with the treatment T3 (Rejection water), although with the drawback of a considerable decrease in its state and vegetative development.

It is worth mentioning that the accumulation of salts in the substrate of each treatment (to a greater extent in T3 and T2 plants) could have had an important influence on the data collected. In my opinion, in order to test my hypothesis and results, I consider it necessary to carry out a test with the same species, but with renewed substrate, for a period of time similar to that presented in this essay.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés-Ares, J. L. 2015. *Plantas Leñosas Ornamentales: Control De Enfermedades Producidas Por Hongos Y Cromistas*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Bailey, D., & Hammer, P. 1990. Possible Nonpathogenic Origin of Hydrangea. Distortion. *HortScience*, 808 p.
- Ballester, J. F., & Sebastià, S. C. (1997). Forzado de floración en la hortensia. *Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, 13-18.
- Baysal-Gurel, F., Niamul Kabir, M., & Blalock, A. (2012). *Enfermedades foliares de las hortensias*. Universidad Estatal de Tennessee, EEUU.
- Birka Wicke, E. S. 2011. The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected. *Energy & Environmental Science*, 2669-2691.
- Casas Castro, A. & Casas Barba, E. 1990. El análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de los cultivos hortícolas en la zona del sureste peninsular. Ed: Caja rural de Almería. 249 p.
- Cassaniti, C., Romano, D. & Flowers, T.J. 2012. The Response of Ornamental Plants to Saline Irrigation Water. En: Iker Garcia-Garizabal, R. & Abrahao, R. (eds.). *Irrigation-water management, pollution and alternative strategies*. Croacia: IntechOpen. 131-160 p.
- Cramer, G.R., Ergui, A., Grimplet, J., Tillett, R.L., Tattersall, E.A.R., Bohlman, M.C. (2007). Water and salinity stress in grapevines: Early and late changes in transcript and metabolite profiles. *Functional Integrative Genomics*. 7: 111-134.
- Dregne, H. E. 1976. *Soils of Arid Regions*. Elsevier, Amsterdam, Países Bajos. 237 p.
- Fernández Ruiz, G. 2012. Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego. Proyecto Fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica de Cartagena, Murcia.
- Fox, L.R., Grose, J.N., Appleton, B.L. & Donohoe, S.J. 2010. Evaluation of Treated Effluent as an Irrigation Source for Landscape Plants. *Journal of Environmental Horticulture*. 2005. University of California Cooperative Extension, Central Coast & South Región. 23 (4): 174.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

- Franz von Siebold, P., & Gerhard Zuccarini, J. (1870). *Flora japonica*. Sectio Prima.
- Fulcher, A.F., Owen Jr., J.S. & LeBude, A. 2016. *Hydrangea Production: Species-Specific Production Guide*. En: ResearchGate. University of Tennessee Institute of Agriculture and University of Tennessee Extension. 13 p.
- García Marí, F., Comelles, J.C. & Ferragut, F. 1994. *Las plagas agrícolas*. En: Phytoma, Valencia: Agropubli, 496 p.
- Gisbert J.M. 1991. Desertification and salinity. En: Desertification and water resources in the European community". European Parliament, Scientific and Technological Options Assessment-STOA., 133-158 p.
- González, G. L. 2006. Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. 2º Ed., Madrid: Mundi-Prensa. 861 p.
- González Soto, M.C., Hernández, L.A., Jiménez Mendoza, C.C., Ortega González, M.J., Padrón Padrón, P.A., Rodríguez Rodríguez, A. Torres Cabrera, J.M. and Vargas, G.E. 1991. Primeros resultados sobre salinidad de suelos en Canarias. XVIII Reunión Nacional de Suelos. Comunicaciones. Dpto. de Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, Tenerife, España. 425-440 p.
- Hasegawa, P., Bressan, R., Kang Zhu, J., & Bohnert, H. 2000. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 463-499 p.
- Ignacio Cubero, J. 2018. Síntesis por capítulos de la Historia General de la Agricultura de los pueblos nómadas a la biotecnología. Ed. Almuzara. Cordoba. 217 p.
- Kamal Uddin, M.D., Shukor Juraimi, A., Razi Ismail, M., Alamgir Hossain, M.D., Othman, R. & Abdul Rahim, A. 2012. Physiological and Growth Responses of Six Turfgrass Species Relative to Salinity Tolerance. The scientific World Journal. 11 p.
- Maestre Valero, J. F., Martínez Álvarez, V., Gallego Elvira, B., & Martín Gorriz, B. 2019. Aspectos agronómicos a considerar en el riego con agua marina desalinizada. Alicante: Universitat d'Alacant.
- Malais, M., & Ravensberg, W. J. 1992. Conocer y reconocer las plagas de cultivos protegidos y sus enemigos naturales. Países Bajos: Koppert B.V.
- Manuel, J. 2001. Guía de las Plantas Ornamentales. Madrid: Mundi Prensa.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

- María Sánchez, J., Gonzalo Pérez, M., Casañas González, A., Benito Martínez, B., Roset Álvarez, J., & et al. 2008. Guía de Desalación: aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano. Madrid: Ministerio de sanidad y política social. 206 p.
- Martínez Álvarez, V., & Martín Górriz, B. 2014. Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. 82 p.
- Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriz, B., & Soto-García, M. 2015. Seawater desalination for crop irrigation. A review of current experiences and revealed key issues. Cartagena: Elsevier. 58-70 p.
- Munns, R. & Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual review of plant biology, 59, 651–681. <<https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>>
- Niu, G. & Rodriguez, D.S. 2006. Relative Salt Tolerance of Five Herbaceous Perennials, HortScience HortSci, 41(6), 1493-1497. Retrieved 2021 <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/41/6/article-p1493.xml>>
- Niu, G., Rodriguez, D. S. & Starman, T. 2010. Response of bedding plants to saline water irrigation. Department of Horticultural Science. Texas A&M University. 628-636 p.
- Omuto, C.T., Vargas, R.R., El Mobarak, A.M., Mohamed, N., Viatkin, K. y Yigini, Y. 2021. Mapeo de suelos afectados por salinidad – Manual técnico. Roma, FAO. <<https://doi.org/10.4060/ca9215es>>
- Owen, J., Fulcher, A., LeBude, A., & Chappell, M. (enero de 2016). *ResearchGate*. Obtenido de Hydrangea Production: Cultivar Selection and General Practices to Consider When Propagating and Growing Hydrangea: <<https://www.researchgate.net/publication/311558263>>
- Padilla Labrador, R. 2021. Valoración del efecto de diferentes tipos de aguas sobre *Abelia grandiflora* e *Hydrangea macrophylla*, plantas ornamentales con distinto grado de resistencia a la salinidad. Trabajo Fin de Grado. Escuela Técnica superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.
- Pardo, A., Ángel Ruiz, M. & San Martín, R. 2009. Análisis de datos en ciencias sociales y de la salud I. 2ª edición. España, editorial Síntesis 402 p.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

- Peñate, B., Moreno, E., Farrujia, I., Martel, G., Vera, L., Márquez, M., & Gutiérrez, J. (2013). *El Agua en Canarias*. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Pérez García, V., Fernández Caldas, E. y García, V. 1975. Distribución y características de los suelos salinos de la isla de Tenerife. *An. Edafol. Agrobiol.*, 34(7-8): 595-605 p.
- Piringer y Stuart, 1944 y 1958. Ballester Anguis, J.F. y Sebastia Gonzalez, S.C. 1997. Forzado de floración en la hortensia. *Volumen (16)*: 120 p.
- R. Brown, L. 2007. *Terra.org*. [En línea] <<https://www.terra.org/categorias/articulos/aprendiendo-del-pasado>> [Consultado: 20 abril 2023].
- S. Downton, W.J., Grant, W.J.R. & Robinson, S.P. 1985. Photosynthetic and Stomatal Responses of Spinach Leaves to Salt Stress, *Plant Physiology*, Volume 78, Issue 1, 85–88 p.
- Sánchez-Blanco, M.J., Rodríguez Hernández, P., Olmos, E., Morales, M. A. & Torrecillas, A. 2004. Differences in the Effects of Simulated Sea Aerosol on Water Relations, Salt Content, and Leaf Ultrastructure of Rock-Rose Plants. *Journal of environmental quality*. 33. 1369-75. 10.2134/jeq2004.1369
- Sánchez et al. 2016. Definición y origen de la salinidad. *AGROSAL*. [En línea]. <<http://agrosal.ivia.es/>> [Consultado: 20 abril 2023]
- Santana González, N. 2023. Evaluación de las respuestas de diferentes cultivares de *Vitis vinífera L.* frente al estrés salino. Trabajo Fin de Grado. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna.
- Schallenberg Rodríguez, J., Miguel Veza, J., & Blanco Marigorta, A. 2014. Energy efficiency and desalination in the Canary Islands. En A. Foley, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Las Palmas: Elsevier. 741-748 p.
- Schreiber, H. 2014. Curious Chemistry Guides Hydrangea Colors. *American Scientist*, 444-451. <[www.americanscientist.org](http://www.americanscientist.org)>
- Wicke, B., Smeets, W., Dornburg, V., Vashev, B., Gaiser, T., Turkenburg, W., & Faaij, A. (2011). The global technical and economic potential of bioenergy from salt-affected. *Energy Environ. Sci*, 2669–2681.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

- Yermiyahu, U., Ben-Gal, A. & D. Bar-Tal, A. 2007. Rethinking Desalinated Water. American Association for the Advancement of Science.
- Zarzo, D. 2020. Estudios sobre la Economía Española - 2020/22 La Desalación del Agua en España. Madrid: fedea. 22 p.

## **11. Anexos**

**Anexo 1: Analíticas de agua**

**Anexo 2: Parámetros de calidad del agua**

**Anexo 3: Datos meteorológicos durante el ensayo**

**Anexo 4: Fotografías**

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

## 11.1 Anexo 1: Análisis de agua

### Analítica de agua desalada



<i>Análisis de agua</i>						código artículo 8841
nº registro	32471	Solicitante		Rubén Fuentes González		
fecha de entrada	29/08/22	Identificación de la muestra		T1 agua desalada		
fecha de salida	02/09/22					
pH		7,3	C.E. <sub>-25°C</sub>	0,54 mS/cm	sales disueltas:	0,38 g/l
		(estimación: TDS=0,7 CE)				
<i>Aniones</i>		<i>meq/L</i>	<i>mg/L</i>	<i>Cationes</i>	<i>meq/L</i>	<i>mg/L</i>
Bicarbonatos	0,080	4,9	Calcio	0,050	1,0	
Carbonatos <sup>(1)</sup>	-	-	Magnesio	0,17	2,1	
Cloruros	4,40	155,9	Sodio	4,08	93,9	
Sulfatos	0,084	4,0	Potasio	0,12	4,6	
<small>(1) pH p.final 8,3</small>						
Nitratos	<0,5 mgNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	n.d.	meqNO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	Amonio	mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L	meqNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L
Fosfatos	mgP/L		meqH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> /L			
<i>Otras determinaciones</i>			<i>Micronutrientes (mg/L)</i>			
Sílice	mg SiO <sub>2</sub> /L			Boro		
Flúor	mg F/L			Hierro		
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L			Manganeso		
Carbono Orgánico Disuelto				Cobre		
Sólidos totales en suspensión				Zinc		
Carbonato sódico residual	meq/L	-0,1		Suma de aniones	4,6	
SAR	12,3	SAR ajustado	-10,7	Suma de cationes	4,4	
Dureza (°F = 1/10 x mg CaCO <sub>3</sub> /L)	1,1	Muy blanda		Fiabilidad %	98,4	

<b>SERVICIO AGRONÓMICO</b> Polig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife Teléfono: 922 59 69 03 ext. 2 - laboratorio@canariasesplosivos.es www.canariasesplosivos.es	
--	--

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

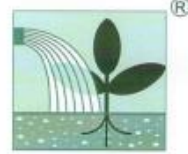
Análítica de agua testigo



**CANARIAS EXPLOSIVOS**

Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado ISO 9001- ISO 14001



SERVICIO AGRONÓMICO

Análisis de agua

código artículo 8841

nº registro	32472	Solicitante	Rubén Fuentes González
fecha de entrada	29/08/22	Identificación de la muestra	T2 Agua Testigo
fecha de salida	02/09/22		

pH 9,3      C.E.<sub>25°C</sub> 1,22 mS/cm      sales disueltas: 0,86 g/l  
(estimación: TDS=0,7-CE)

Aniones	meq/L	mg/L	Cationes	meq/L	mg/L
Bicarbonatos	11,71	714,3	Calcio	0,66	13,2
Carbonatos <sup>(1)</sup>	1,79	53,7	Magnesio	6,23	75,7
Cloruros	0,73	25,9	Sodio	7,74	178,0
Sulfatos	0,41	19,6	Potasio	0,88	34,6

(1) pH p.final 8.3

Nitratos	4,6 mgNO <sub>3</sub> /L	0,074 meqNO <sub>3</sub> /L	Amonio	mgNH <sub>4</sub> /L	meqNH <sub>4</sub> /L
Fosfatos	mgP/L	meqH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> /L			

Otras determinaciones		Micronutrientes (mg/L)	
Sílice	mg SiO <sub>2</sub> /L	Boro	
Flúor	mg F/L	Hierro	
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	Manganeso	
Carbono Orgánico Disuelto		Cobre	
Sólidos totales en suspensión		Zinc	

Carbonato sódico residual meq/L	6,6	Suma de aniones	14,7
SAR 4,2	SAR ajustado 11,5	Suma de cationes	15,5
Dureza (°F = 1/10 x mg CaCO <sub>3</sub> /L)	34,5 Dura	Fiabilidad %	97,3

SERVICIO AGRONÓMICO

Polig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife

Teléfono: 922 59 69 03 ext. 2 - laboratorio@canariasexplosivos.es

www.canariasexplosivos.es



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Análítica de agua de rechazo



**CANARIAS EXPLOSIVOS**

Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado ISO 9001 - ISO 14001



SERVICIO AGRONÓMICO

nº registro 32473		Solicitante Rubén Fuentes González	
fecha de entrada	29/08/22	Identificación de la muestra	T3 Agua de rechazo
fecha de salida	02/09/22		
pH 9,3		C.E. <sub>25°C</sub> 1,75 mS/cm	sales disueltas: 1,23 g/l (estimación: TDS=0,7-CE)
<i>Aniones</i>	<i>meq/L</i>	<i>mg/L</i>	<i>Cationes</i> <i>meq/L</i> <i>mg/L</i>
Bicarbonatos	17,23	1051,0	Calcio 0,42 8,4
Carbonatos <sup>(1)</sup>	3,02	90,6	Magnesio 9,83 119,5
Cloruros	1,08	38,3	Sodio 11,83 272,2
Sulfatos	0,61	29,3	Potasio 1,34 52,3
<small>(1) pH p.final 8.3</small>			
Nitratos	67,0 mgNO <sub>3</sub> /L	1,08 meqNO <sub>3</sub> /L	Amonio mgNH <sub>4</sub> /L meqNH <sub>4</sub> /L
Fosfatos	mgP/L	meqH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> /L	
<i>Otras determinaciones</i>		<i>Micronutrientes (mg/L)</i>	
Silice	mg SiO <sub>2</sub> /L	Boro	
Flúor	mg F/L	Hierro	
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	Manganeso	
Carbono Orgánico Disuelto		Cobre	
Sólidos totales en suspensión		Zinc	
Carbonato sódico residual meq/L		Suma de aniones	23,0
SAR 5,2	SAR ajustado 16,1	Suma de cationes	23,4
Dureza (*F = 1/10 x mg CaCO <sub>3</sub> /L) 51,3 Dura		Fiabilidad %	99,1

**SERVICIO AGRONÓMICO**

Polig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife

Teléfono: 922 59 69 03 ext. 2 - laboratorio@canariasexplosivos.es

www.canariasexplosivos.es

Fdo. José Luis Cruz García  
Químico colegiado nº 448 Canarias



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

## 11.2 Anexo 2: Parámetro de calidad de agua

Tabla 11: Parámetros de calidad de agua. Fuente: (Ayers y Wescot, 1985)

Parámetros de calidad de aguas de importancia agronomica e interpretacion del riesgo supone su uso para el riego de suelos cultivados con especies vegetales (Ayers y Wescot, 1985)<sup>1</sup>

Problemas potenciales		Unidades	Grado de restricción del uso			
			Ninguno	Ligero a moderado	Severo	
<b>Salinidad</b> (afecta a la disponibilidad de agua del cultivo) <sup>2</sup>						
CE <sub>w</sub>		dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0	
(o) SDT		mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000	
<b>Infiltración</b> (afecta a la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Se evalúan CE <sub>w</sub> y SAR conjuntamente) <sup>3</sup>						
SAR	= 0 – 3	y CE <sub>w</sub>	=	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	= 3 – 6		=	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	= 6 – 12		=	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	= 12 – 20		=	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	= 20 – 40		=	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
<b>Toxicidad iónica específica</b> (afecta la sensibilidad de los cultivos)						
<b>Sodio (Na)</b>						
	Riego superficial	SAR	< 3	3 – 9	> 9	
	Riego aspersión	me/l	< 3	> 3		
<b>Cloruro (Cl)</b>						
	Riego superficial	me/l	< 4	4 – 10	> 10	
	Riego aspersión	me/l	< 3	> 3		
<b>Boro (B)</b>						
		mg/l	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0	
<b>Elemento Traza</b>						
<b>Otros Efectos</b> (afecta la susceptibilidad de los cultivos)						
	Nitrogeno (NO <sub>3</sub> - N)	mg/l	< 5	5 – 30	> 30	
	Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	me/l	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5	
	pH	Rango Normal 6,5 – 8,4				

<sup>1</sup> Adaptado de "University of California Committee of Consultants, 1974".

<sup>2</sup> CE<sub>w</sub> significa conductividad eléctrica, expresada en deciSiemens por metro at 25°C (dS/m) o en unidades miliohmios por centimetro (mΩ/cm). STD significa sólidos totales disueltos, expresados en miligramos por litro (mg/l).

<sup>3</sup> SAR significa relación de adsorción de sodio. SAR se expresa algunas veces por el símbolo RNA.



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

### 11.3 Anexo 3: Datos meteorológicos durante el ensayo

Tabla 12: Datos meteorológicos registrados en invernadero en febrero

FEBRERO		2022						
FECHA	RADIACIÓN (W/m <sup>2</sup> )	T <sup>a</sup> med °C	Hr %	RADIACIÓN di	T <sup>a</sup> MAX	Hr MAX	T <sup>a</sup> min	Hr min
01/02/2022	9,11	15,43	60,67	874,8	25,55	83,60	10,15	36,80
02/02/2022	13,34	16,62	77,88	1281,1	26,26	91,40	13,666	47,50
03/02/2022	25,24	17,95	71,48	2423,4	27,24	90,50	13,47	45,30
04/02/2022	26,14	17,19	64,21	2509,9	26,33	85,70	12,07	35,10
05/02/2022	29,01	16,47	55,04	2784,8	28,15	80,70	8,84	26,40
06/02/2022	27,81	15,83	70,39	2670,2	23,64	89,40	10,79	51,30
07/02/2022	28,11	15,78	82,19	2698,6	23,38	94,20	11,93	62,90
08/02/2022	30,08	17,15	57,72	2887,20	26,01	78,30	11,88	25,70
09/02/2022	15,62	17,52	39,82	1499,60	25,84	56,80	11,98	25,90
10/02/2022	28,59	19,99	42,37	2745,00	26,89	60,70	14,24	27,40
11/02/2022	28,76	19,85	40,93	2761,20	31,51	80,50	14,00	23,00
12/02/2022	30,16	15,90	78,47	2895,00	23,30	90,80	12,56	55,00
13/02/2022	29,92	15,89	75,86	2872,30	26,77	90,70	8,94	49,40
14/02/2022	16,66	14,78	83,46	1599,80	22,66	90,80	11,08	60,70
15/02/2022	23,31	14,62	76,93	2237,50	21,68	89,00	10,83	59,30
16/02/2022	26,61	14,72	78,30	2555,00	21,32	91,00	11,03	54,90
17/02/2022	32,97	16,90	72,85	3164,80	26,45	93,20	11,20	37,40
18/02/2022	33,19	14,94	74,78	3186,40	23,28	88,70	11,59	50,40
19/02/2022	18,25	13,36	81,02	1752,40	19,60	91,50	11,49	62,00
20/02/2022	28,45	12,86	79,64	2731,40	19,18	90,50	10,37	56,50
21/02/2022	17,84	12,81	80,94	1712,50	19,79	90,60	9,26	60,30
22/02/2022	36,49	14,59	75,79	3503,50	25,21	92,40	6,99	44,00
23/02/2022	36,03	14,88	70,09	3458,70	27,46	87,90	7,29	40,20
24/02/2022	26,45	14,36	82,49	2538,80	22,32	90,10	10,12	62,40
25/02/2022	16,69	14,01	86,25	1602,30	19,82	92,20	12,32	74,00
26/02/2022	24,15	13,79	84,68	2318,60	20,39	93,10	11,95	64,50
27/02/2022	29,65	14,24	77,68	2846,20	20,56	88,60	11,95	54,30
28/02/2022	30,86	14,33	76,47	2962,40	20,84	88,00	11,59	55,10

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 13: Datos meteorológicos registrados en invernadero en marzo**

MARZO	2022							
FECHA	RADIACIÓN W/m <sup>2</sup>	T <sup>a</sup> <sub>med</sub> °C	Hr %	RADCIÓN di	T <sup>a</sup> <sub>MAX</sub>	Hr <sub>MAX</sub>	T <sup>a</sup> <sub>min</sub>	Hr <sub>min</sub>
01/03/2022	32,60	15,04	77,67	3130,00	22,97	87,70	12,36	55,10
02/03/2022	30,99	15,14	76,50	2974,90	21,87	86,70	12,03	55,80
03/03/2022	29,73	15,46	79,51	2853,60	22,39	90,80	12,85	55,70
04/03/2022	31,96	14,23	82,04	3068,60	20,51	93,30	11,69	55,80
05/03/2022	31,58	13,70	78,33	3031,20	20,15	87,40	11,13	57,90
06/03/2022	37,05	14,89	75,46	3556,40	23,59	89,10	11,69	51,10
07/03/2022	31,77	14,65	74,07	3049,80	23,45	91,40	11,01	48,60
08/03/2022	35,02	15,76	71,46	3362,3	25,14	85,40	10,42	47,80
09/03/2022	28,30	15,78	77,43	2717,1	25,33	90,00	11,20	53,30
10/03/2022	41,85	16,53	71,14	4017,7	26,84	89,00	12,10	42,80
11/03/2022	39,06	15,45	76,94	3750	23,16	90,00	8,72	53,70
12/03/2022	32,90	16,14	80,48	3158,5	23,11	91,60	12,97	58,10
13/03/2022	36,20	15,86	78,66	3475,1	23,30	92,20	12,46	52,80
14/03/2022	26,94	11,43	84,11	2586,4	15,29	92,80	8,49	74,60
15/03/2022	27,66	11,96	82,04	2655,1	16,37	90,80	8,67	69,80
16/03/2022	24,83	13,51	80,62	2383,8	18,77	88,10	11,57	58,60
17/03/2022	24,23	13,94	77,31	2326,5	20,17	89,00	11,49	55,10
18/03/2022	21,15	14,69	74,36	2030,2	22,44	88,20	10,76	54,00
19/03/2022	17,69	13,96	81,03	1698,5	20,77	88,80	11,76	61,10
20/03/2022	38,45	14,34	74,05	3691,4	21,25	89,30	11,57	49,90
21/03/2022	39,27	14,74	72,57	3769,6	23,69	87,10	10,42	46,80
22/03/2022	41,85	15,34	72,41	4017,60	24,46	87,90	10,35	43,90
23/03/2022	32,90	13,83	79,42	3158,70	18,22	91,30	11,64	56,90
24/03/2022	42,10	14,47	75,23	4041,50	22,78	90,60	11,32	46,60
25/03/2022	38,53	16,26	71,67	3698,80	27,60	87,50	11,08	41,20
26/03/2022	15,17	14,16	86,30	1456,30	18,11	92,70	10,91	73,60
27/03/2022	21,64	15,24	80,76	2077,50	22,15	93,00	11,25	59,50
28/03/2022	22,00	14,86	85,84	2112,30	22,78	93,90	9,88	66,50
29/03/2022	37,15	16,16	79,65	3566,20	25,02	93,70	11,83	55,80
30/03/2022	38,75	15,54	79,61	3720,00	23,42	91,50	12,15	55,40
31/03/2022	40,51	16,04	74,25	3888,90	24,48	86,90	12,03	49,30

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGAEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 14: Datos meteorológicos registrados en invernadero en abril**

ABRIL	2022							
FECHA	RADIACIÓN W/m <sup>2</sup>	T <sup>a</sup> <sub>med</sub> °C	Hr %	RADCIÓN di	T <sup>a</sup> <sub>MAX</sub>	Hr <sub>MAX</sub>	T <sup>a</sup> <sub>min</sub>	Hr <sub>min</sub>
01/04/2022	38,27	16,87	72,63	3674,10	24,22	85,70	12,39	54,90
02/04/2022	25,30	16,42	70,59	2428,70	25,02	86,60	12,73	45,10
03/04/2022	32,05	15,55	78,12	3076,50	27,75	88,70	9,51	47,80
04/04/2022	21,16	13,30	80,84	2031,5	18,99	92,00	11,20	59,80
05/04/2022	33,70	13,88	66,39	3234,8	20,56	83,90	10,42	45,40
06/04/2022	40,55	14,13	69,54	3892,7	22,54	81,20	10,59	43,60
07/04/2022	51,57	16,20	64,26	4951	26,79	78,60	10,59	36,60
08/04/2022	52,04	17,15	66,34	4996,2	29,32	83,20	11,44	37,20
09/04/2022	52,50	16,68	72,38	5040	28,30	89,10	9,63	38,60
10/04/2022	49,71	17,55	69,54	4772,4	28,64	89,60	10,47	44,80
11/04/2022	37,88	17,67	73,27	3636,3	28,87	88,00	13,47	40,80
12/04/2022	49,00	16,51	76,61	4703,9	24,22	90,90	13,06	48,80
13/04/2022	27,88	15,36	81,59	2676,4	21,08	89,50	12,68	59,70
14/04/2022	49,37	16,58	72,95	4739,8	25,91	87,90	12,58	47,60
15/04/2022	56,06	18,91	62,15	5381,3	30,52	88,40	11,88	29,60
16/04/2022	54,88	21,73	59,02	5268,9	34,10	76,60	13,16	30,30
17/04/2022	50,73	24,77	35,34	4869,8	36,96	54,40	15,15	16,20
18/04/2022	51,11	21,50	57,82	4906,5	28,12	88,10	15,44	40,40
19/04/2022	52,75	18,10	72,58	5063,70	27,88	90,80	13,14	43,50
20/04/2022	53,13	16,56	67,48	5100,40	24,70	79,80	12,90	44,80
21/04/2022	37,06	16,04	70,88	3557,40	24,29	84,20	12,80	46,30
22/04/2022	30,85	16,08	72,71	2961,40	25,48	90,00	12,27	40,60
23/04/2022	29,34	15,92	75,95	2816,80	23,38	90,20	12,12	47,90
24/04/2022	57,88	18,56	67,09	5556,50	29,52	89,00	11,90	31,10
25/04/2022	16,69	15,85	83,24	1602,70	21,82	91,20	12,07	69,10
26/04/2022	28,94	15,30	79,82	2777,80	21,51	91,40	12,53	58,70
27/04/2022	52,12	16,59	70,43	5003,90	25,16	84,60	11,66	44,90
28/04/2022	57,98	18,82	66,96	5566,50	31,00	85,80	12,05	36,60
29/04/2022	56,98	17,68	70	5470,10	28,02	85,10	12,94	43,20
30/04/2022	59,35	19,09	69,29	5697,60	32,46	89,00	12,90	35,20

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

Tabla 15: Datos meteorológicos registrados en invernadero en mayo

MAYO	2022							
FECHA	RADIACIÓN W/m <sup>2</sup>	T <sup>a</sup> <sub>med</sub> °C	Hr %	RADCIÓN di	T <sup>a</sup> <sub>MAX</sub>	Hr MAX	T <sup>a</sup> <sub>min</sub>	Hr min
01/05/2022	59,76	20,21	63,43	5736,60	32,92	88,00	13,14	23,40
02/05/2022	58,04	18,87	63,27	5571,50	31,03	83,80	13,57	38,90
03/05/2022	37,49	16,14	76,01	3598,70	21,27	90,40	13,19	52,80
04/05/2022	40,37	16,33	71,59	3875,30	24,56	87,80	12,85	46,70
05/05/2022	58,02	18,12	65,52	5570,20	26,79	84,60	12,49	44,00
06/05/2022	59,85	19,92	68,18	5745,20	32,07	88,60	11,22	30,40
07/05/2022	60,67	21,23	67,16	5823,90	35,24	89,60	12,99	28,70
08/05/2022	61,39	22,32	53,97	5893,90	35,53	84,00	12,87	27,60
09/05/2022	60,99	24,06	42,55	5855,40	36,20	71,50	15,65	17,40
10/05/2022	43,75	25,08	46,91	4200,30	35,37	72,30	18,53	31,20
11/05/2022	50,84	22,16	68,56	4880,20	33,65	87,50	15,58	43,80
12/05/2022	42,67	20,54	71,54	4096,20	32,77	87,40	15,06	38,90
13/05/2022	39,47	20,85	72,71	3788,90	31,13	87,80	15,77	46,00
14/05/2022	34,23	19,66	73,85	3286,40	28,69	88,90	14,70	41,70
15/05/2022	60,26	21,49	62,06	5785,00	34,70	88,10	12,99	28,80
16/05/2022	60,46	21,05	65,54	5803,70	32,87	87,40	12,56	36,20
17/05/2022	60,00	21,19	70,79	5760,40	34,47	90,10	14,94	35,90
18/05/2022	56,41	20,79	71,56	5415,00	31,38	87,60	15,53	43,20
19/05/2022	59,06	20,85	71,62	5670,10	31,89	89,70	15,44	39,40
20/05/2022	52,59	20,00	74,86	5048,90	30,12	88,10	16,01	41,90
21/05/2022	60,33	20,27	71,50	5791,50	29,72	89,90	15,18	45,00
22/05/2022	57,36	19,47	71,02	5506,40	29,62	87,20	14,36	44,20
23/05/2022	56,60	19,43	71,01	5433,90	27,95	85,30	15,008	46,2
24/05/2022	42,71	18,31	74,23	4099,90	25,82	84,10	14,529	50,5
25/05/2022	45,59	18,30	70,28	4376,50	28,07	83,80	14,385	43,9
26/05/2022	56,69	19,75	67,00	5442,70	31,23	87,10	14,481	36,6
27/05/2022	52,62	19,96	70,62	5051,80	30,50	89,00	14,625	41,7
28/05/2022	30,38	18,77	70,95	2916,60	28,74	86,50	14,218	42,7
29/05/2022	48,80	20,42	68,82	4685,00	31,03	86,90	13,161	38,2
30/05/2022	33,21	19,92	74,86	3187,70	26,57	87,80	13,666	55,5
31/05/2022	29,71	20,17	78,18	2851,90	30,07	90,30	15,461	49,2

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 16: Datos meteorológicos registrados en invernadero en junio**

JUNIO		2022						
FECHA	RADIACIÓN W/m <sup>2</sup>	T <sup>a</sup> <sub>med</sub> °C	Hr %	RADCIÓN di	T <sup>a</sup> <sub>MAX</sub>	Hr <sub>MAX</sub>	T <sup>a</sup> <sub>min</sub>	Hr <sub>min</sub>
01/06/2022	20,55	19,07	76,70	1972,90	26,13	91,00	15,34	54,30
02/06/2022	32,19	18,90	72,43	3090,30	26,72	89,20	13,52	50,20
03/06/2022	54,34	19,11	74,27	5216,40	27,55	88,10	15,32	45,50
04/06/2022	42,69	18,87	71,40	4097,80	28,39	87,30	14,79	41,30
05/06/2022	45,24	18,98	71,82	4342,70	26,57	84,30	15,18	50,60
06/06/2022	61,48	19,72	69,65	5901,60	28,87	84,10	15,32	45,80
07/06/2022	56,92	21,71	67,64	5464,10	34,12	87,80	14,31	36,30
08/06/2022	57,27	23,42	65,96	5497,60	35,77	90,10	15,41	35,70
09/06/2022	53,44	23,21	57,96	5130,10	35,74	90,00	16,30	29,10
10/06/2022	58,87	22,05	71,14	5651,40	33,44	91,80	15,58	40,40
11/06/2022	39,05	20,50	79,77	3748,90	29,41	92,60	16,53	54,40
12/06/2022	58,40	22,11	74,58	5606,30	34,47	93,50	16,30	42,80
13/06/2022	53,93	22,00	72,92	5177,50	32,51	91,60	15,99	44,60
14/06/2022	47,89	20,54	71,25	4597,60	30,62	86,00	16,51	40,10
15/06/2022	57,68	20,60	70,44	5537,70	30,57	86,50	14,53	43,30
16/06/2022	56,66	20,85	72,81	5438,90	30,42	90,30	15,58	43,30
17/06/2022	54,81	20,96	72,52	5261,80	29,92	88,10	15,70	48,30
18/06/2022	54,11	21,07	71,47	5194,10	29,79	86,80	16,08	47,00
19/06/2022	45,29	21,31	73,71	4347,70	32,20	87,50	15,84	44,20
20/06/2022	38,19	20,38	74,92	3666,30	28,89	87,30	16,99	48,80
21/06/2022	35,44	19,64	70,88	3402,70	30,02	85,90	15,63	41,40
22/06/2022	33,56	19,14	72,58	3221,40	28,25	86,30	15,61	48,10
23/06/2022	54,21	19,99	69,96	5204,00	29,44	88,30	14,84	42,70
24/06/2022	42,57	19,28	75,58	4086,30	27,06	88,90	15,53	51,80
25/06/2022	30,16	18,24	81,66	2895,30	27,21	92,50	15,70	52,60
26/06/2022	47,18	19,02	78,55	4528,80	27,21	93,30	15,15	52,70
27/06/2022	22,46	17,80	78,55	2156,20	24,15	87,90	15,39	57,70
28/06/2022	30,47	17,70	77,3	2925,20	27,09	90,80	15,08	48,60
29/06/2022	29,84	17,88	76,88	2865,10	23,81	87,70	15,15	57,50
30/06/2022	51,67	18,85	75,88	4960,30	26,48	90,90	15,58	49,00

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**Tabla 17: Datos meteorológicos registrados en invernadero en julio**

JULIO		2022						
FECHA	RADIACIÓN W/m <sup>2</sup>	T <sup>a</sup> <sub>med</sub> °C	Hr %	RADCIÓN di	T <sup>a</sup> <sub>MAX</sub>	Hr MAX	T <sup>a</sup> <sub>min</sub>	Hr min
01/07/2022	45,29	18,19	80,31	4347,8	25,67	91,90	14,72	54,10
02/07/2022	31,89	18,80	81,78	3061,6	25,57	93,70	15,65	57,60
03/07/2022	53,36	20,41	72,57	5122,4	30,04	90,90	15,68	45,90
04/07/2022	46,48	19,84	75,13	4461,60	29,07	88,00	16,06	48,20
05/07/2022	58,61	20,78	71,35	5626,50	31,00	86,90	16,11	43,00
06/07/2022	61,68	21,10	71,19	5921,60	32,61	88,30	15,58	43,10
07/07/2022	60,98	20,50	74,09	5853,90	30,72	89,30	15,01	46,30
08/07/2022	53,83	22,24	72,42	5167,70	33,34	90,30	15,51	43,20
09/07/2022	50,48	25,72	57,51	4846,50	37,95	89,60	16,87	34,40
10/07/2022	47,51	29,64	31,67	4561,30	42,33	43,40	22,85	20,20
11/07/2022	52,70	24,30	56,54	5058,80	32,898	86,2	16,99	34,70
12/07/2022	54,22	20,64	71,50	5205,00	30,394	87,2	16,20	44,50
13/07/2022	58,36	21,95	69,18	5602,90	33,914	88,5	15,748	38,7
14/07/2022	55,69	22,76	69,76	5346,40	34,44	87,9	16,034	39,2
15/07/2022	53,26	22,57	71,53	5112,90	34,334	89,7	16,392	41,5
16/07/2022	51,96	22,05	74,69	4987,80	31,331	91,3	16,868	48,7
17/07/2022	50,31	21,51	75,49	4830,20	30,596	91,5	16,773	49,6
18/07/2022	51,97	22,44	74,10	4988,9	32,90	89,8	16,915	47,5
19/07/2022	46,57	23,04	73,43	4470,3	34,65	90,7	16,963	43,7
20/07/2022	48,08	27,18	47,22	4615,4	40,29	85,7	17,558	28,8
21/07/2022	50,17	27,18	48,22	4816,5	40,83	82,50	18,99	27,60
22/07/2022	51,68	24,46	69,84	4961,1	35,53	89,10	17,77	42,40
23/07/2022	48,32	27,45	61,16	4638,7	38,42	88,80	19,25	29,90
24/07/2022	44,57	30,63	38,34	4278,9	42,98	53,80	23,81	21,90



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)

**11.4 Anexo 4: Fotografías**



Foto 14: Filtro de anillas de 50 micras



Foto 15: Filtros de malla de 20, 15 y 10 micras



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 16: Caudalímetro incorporado en OSMOMAR OM-02.01



Foto 17: Ataque severo de *Tetranychus urticae* en *Abelia grandiflora*

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 18: Depósitos de almacenamiento de tratamientos



Foto 19: Medidor portátil multiparamétrico – HANNA instruments

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 20: Inflorescencia en *Hydrangea macrophylla* en T3



Foto 21: Inflorescencia *Hydrangea macrophylla* en tratamiento T1



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 22: Efectos de altas temperaturas en inflorescencia de *Hydrangea macrophylla*



Foto 23: Inflorescencia en *Abelia grandiflora* en T3

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 24: Daños apreciados en *Abelia grandiflora* en el T3



Foto 25: Botones florales en *Hydrangea macrophylla*



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 26: Bloque 1 de *Hydrangea macrophylla*



Foto 27: Bloque 2 de *Hydrangea macrophylla*



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 28: Bloque 3 de *Hydrangea macrophylla*



Foto 29: Bloque 1 de *Abelia grandiflora*



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE ABELIA GRANDIFLORA E  
HYDRANGEA MACROPHYLLA, PLANTAS ORNAMENTALES CON DISTINTO GRADO DE  
RESISTENCIA A LA SALINIDAD (PARTE 2)



Foto 30: Bloque 2 de *Abelia grandiflora*



Foto 31: Bloque 3 de *Abelia grandiflora*