

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE *HIBISCUS ROSA-SINENSIS* Y *GAZANIA SP.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD



Elena Hernández Armas

San Cristóbal de La Laguna, Septiembre 2021



Universidad
de La Laguna

Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería
Sección de Ingeniería Agraria

IMPRESO P05

AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADOPOR SUS DIRECTORES

CURSO 2020/2021

DIRECTOR –

COORDINADOR: Antonio

Siverio Núñez

DIRECTOR: Isidoro Jesús

Rodríguez Hernández

como Directores de la alumna **Elena Hernández Armas**

en el TFG titulado: : **Valoración del efecto de
diferentes tipos de agua sobre *Hibiscus rosa-
sinensis* y *Gazania* sp., con distinto grado de
resistencia a lasalinidad**

nº de Ref: 7

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y
defensa de dicho TFG, a la vez que
confirmando/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
Régimen Interno para la realización de TFG de la EPSI,
Sección de Ingeniería Agraria..

La Laguna,
a 6 de
septiembre
de 2021.

Fdo:.....
(Firma de los directores)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3786492

Código de verificación: bzN21bh0

Firmado por: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 09/09/2021 11:50:11

Antonio M. Siverio Núñez
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

09/09/2021 11:53:01

Nadie dijo que este camino fuera fácil, pero cada esfuerzo tiene su recompensa y es por ello por lo que quiero agradecerle el apoyo de las personas y entidades que hicieron que este proyecto saliera adelante.

En primer lugar, a los tutores que componen este trabajo que son D. Isidoro J. Rodríguez Hernández y D. Antonio Siverio Núñez, además de la profesora componente de este proyecto D^a. M^a Candelaria Vera Batista, por su dedicación y paciencia, además, de la aportación de conocimientos transmitido durante estos meses.

A los operarios de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Agrícola, en especial a D^a. Cala, D. Fernando y D^a. Nuria por sus consejos y ayuda durante las tareas realizadas en el trabajo.

A D^a. María Teresa Ramos Domínguez, por su disponibilidad y voluntad de ayudar para que este proyecto siguiera adelante.

A D. Graciliano Nicolás Marichal Plasencia por facilitarnos los medios necesarios para la realización del proyecto.

A D. Jorge Camacho Espino, por su ayuda y esfuerzo con la obtención de agua y de conocimientos acerca de este proyecto.

A D. José Luis Cruz García y la empresa Canarias Explosivos S.A. por su ayuda a la realización de análisis de agua.

A mis amigas, aunque las tuviera lejos, siempre las sentía cerca, por su apoyo y confianza depositada en mí. A mi compañera y amiga, Luz Solgrecy Armas Palenzuela por coincidir en este camino en el que nos hemos apoyado y compartido grandes momentos.

Y por supuesto, el agradecimiento infinito, a mi familia. Sin su apoyo, paciencia y sacrificio este camino no hubiera sido posible. A pesar de la distancia siempre los sentí cerca y eso me daba ánimo para seguir adelante. Es por ello, que le doy las gracias por acompañarme en esta experiencia y poder gozar de este logro juntos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVO	16
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. SALINIDAD.....	19
3.1.1. CONCEPTO, HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	19
3.1.2. EFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS	29
3.1.3. EFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS ORNAMENTALES	33
3.1.4. TOLERANCIA A LA SALINIDAD	44
3.1.5. AGUA DESALADA	50
3.1.6. AGUAS SUBTERRÁNEAS	57
3.2. MATERIAL VEGETAL	60
3.2.1. HIBISCUS ROSA SINENSIS	60
3.2.2. GAZANIA SP.	64
4. MATERIAL Y MÉTODOS	68
4.1. SITUACIÓN Y MATERIAL VEGETAL.....	69
4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	70
4.3. TRATAMIENTOS APLICADOS.....	72
4.3.1. AGUA DESALADA	72
4.3.2. AGUA TESTIGO.....	74
4.3.3. AGUA SALADA O DE RECHAZO	75
4.4. INCIDENCIAS EN EL CICLO DE CULTIVO	76
4.5. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	77
5. OBSERVACIONES DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO	78
5.1. DATOS CLIMÁTICOS.....	79
5.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	80
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
6.1. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN EL <i>HIBISCUS ROSA – SINENSIS</i>	86
6.1.1. ALTURA DE LA PLANTA.....	86
6.1.2. DIÁMETRO DE LA PLANTA.....	87
6.1.3. LONGITUD DEL BROTE MARCADO	88
6.1.4. NÚMERO DE BROTES.....	89
6.1.5. DIÁMETRO DE LA HOJA	90
6.2. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN <i>GAZANIA SP.</i>	91
6.2.1. ALTURA DE LA PLANTA.....	91
6.2.2. DIÁMETRO DE LA PLANTA.....	92

6.2.3.	ALTURA DEL TALLO FLORAL.....	93
6.2.4.	DIÁMETRO DE LA FLOR	94
7.	CONCLUSIONES	96
8.	BIBLIOGRAFÍA	102
9.	ANEXOS	110
	ANEXO 9.2. ANÁLISIS DE AGUA DESALADA.	111
	ANEXO 9.3. ANÁLISIS AGUA TESTIGO	113
	ANEXO 9. 4. ANÁLISIS AGUA SALADA O DE RECHAZO	115
	ANEXO 9.5. TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN <i>HIBISCUS – ROSA SINENSIS</i> Y <i>GAZANA SP.</i>	117
	ANEXO 9.6. ANÁLISIS FOLIAR DEL <i>HIBISCUS ROSA -SINENSIS</i>	119
	ANEXO 9.7. ANÁLISIS FOLIAR DE LA <i>GAZANIA SP.</i>	122

RESUMEN



VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Autores: Hernández – Armas, E.; Rodríguez – Hernández, I.J.; Siverio Núñez, A.

Palabras clave: Hibisco, Gazania, agua desalada, agua de galerías, con diferentes concentraciones de sales, ósmosis inversa

Resumen

La sobreexplotación de los acuíferos en Canarias, la contaminación del agua de pozos y galerías ha conducido a que el agua sea escasa y cara. Si a ello se une el aumento de población y turismo y la existencia de una agricultura más tecnificada que demanda un caudal de agua mayor, el problema se agrava enormemente y ha obligado a buscar alternativas para evitar la degradación ambiental y poder atender la demanda tanto urbana como agrícola que existe. Es por ello por lo que el uso de agua desalada ha cobrado más protagonismo a lo largo de los últimos años en Las Islas. Es por esta razón por lo que se ha planteado este trabajo. Este ensayo se llevó a cabo en la Sección de Ingeniería, de la EPSI, de la ULL y consistió en utilizar tres tipos de agua diferentes para regar dos variedades de plantas ornamentales, de amplio uso en la jardinería, la *Gazania sp.* (Gaertner, 1788), resistente a la salinidad y el *Hibiscus rosa – sinensis* (Linnaeus, 1753), sensible a la salinidad. La experiencia se llevó a cabo, en un invernadero tipo Canario, sobre mesa de 7,5 m, de longitud, por 2 m, de anchura y 1,25 m, de altura, siguiendo un diseño de bloques al azar, con 3 bloques, cada uno de ellos formados por 3 filas de plantas.

Las plantas se colocaron en macetas de 18 cm para la *Gazania sp.* (Gaertner, 1788) y 22 cm para el *Hibiscus rosa – sinensis* (Linnaeus, 1753), con un sustrato mezcla con el siguiente equilibrio 1-1-0,5, es decir, sustrato, arena y picón. En total había 108 plantas, 54 de cada especie. Las aguas utilizadas fueron T_1 = agua desalada; T_2 = agua testigo y T_3 = agua de rechazo, salmuera, de un agua de galería desalinizada por ósmosis inversa. Durante la realización del ensayo se fueron tomando datos de diferentes parámetros cuantitativos

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

como, la altura de la planta, el diámetro de la planta, longitud de los entrenudos, número de flores, diámetro de la flor, etc. Además, se analizó también, cualitativamente, el comportamiento de las plantas a la aplicación de las diferentes aguas, los efectos característicos producidos por el déficit de nutrientes del agua desalada y por el exceso de sales, tales como la clorosis, necrosis en las puntas de las hojas, decaimiento, enrollamiento de las hojas.

Terminado el ensayo y después de procesado los datos estadísticamente, se puede concluir que, en las condiciones en que se realizó el ensayo, ambas especies no se vieron afectadas de forma significativa por la salinidad de las aguas utilizadas ni en su crecimiento, ni en su aspecto visual.



ASSEMENT OF THE EFFECT OF DIFEFERENT TYPES OF WATER ON *Hibiscus rosa – sinensis* and *Gazania sp.*, WITH DIFERENT DEGREE OF RESISTANCE TO SALINITY

Authors: Hernández – Armas, E.; Rodríguez – Hernández, I.J.; Siverio Núñez, A.

Keywords: Hibiscus, Gazania, desalinated, water, gallery water, with different concentrations of salts, reverse osmosis

Abstract

The overexploitation of aquifers in the Canary Islands, the contamination of water from Wells and galleries has led to water being scarce and expensive. If to this is added the increase in population and tourism ad the existence of a more technified agricultura that demands a greater water flow, the problem is greatly aggravated and has forced to look for alternatives to avoid envionmental degradation and to be able to meet both urban demand as an agricultural thas exists. That is why the use of desalinated water has gained more prominence in recent years in the Islands. It is for this reason that this work has been proposed. This test was carried out in the Engineering Section, EPSI, ULL and consisted of using three different types of water to irrigate two varieties of ornamental plants, widely used in gardening, *Gazania sp.* (Gaertner, 1788), to resistant salinity and *Hibiscus rosa – sinensis* (Linnaeus, 1753), sensitive to salinity. The experiment was carried out, in a Canary- type greenhouse, on a table measuring 7,5 m in length, by 2 m in width and 1,25 m in height, following a random block desing, with 3 blocks, each one of they formed by 3 rows of plants.

The plants were placed in 18 cm post for *Gazania sp.* (Gaertner, 1788) and 22 cm for *Hibiscus rosa – sinensis* (Linnaeus, 1753), with a mixed substrate with the following balance 1:1:0,5, that is substrate, sand and lapilli. In total there were 108 plants, 54 of each species. The waters used were T_1 = desalinated water; T_2 = control water and T_3 = reject water, brine, from a gallery water desalinated by reverse osmosis . During the test, date were taken from different quantitative parameters such as the height of the plant, the diameter of

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

the plant, the number of flower, etc. In addition, the behavior of the plants to the application of the different waters was also analyzed qualitatively, the characteristic effects produced by the nutrient deficit of the desalinated water and by the excess of salts, such as chlorosis, necrosis in the tips of the leaves, decay, leaf curl.

Once the test was finished and after the data was statistically processed, it can be concluded that, under the conditions in which the test was carried out, both species were not significantly affected by the salinity of the waters used, neither in their growth, nor in their visual aspect.



1.INTRODUCCIÓN

El agua es un compuesto de vital importancia para la vida, y para la realización de todas las actividades que se efectúan para nuestro sustento, como los procesos industriales, producción agrícola, ganadera, entre otros, así como también es un factor influyente para impulsar la economía de un país, sin embargo ya se están presentando problemas en la actualidad, por el déficit de este vital elemento, debido a que el tamaño de la población es muy grande, y esto origina grandes esfuerzos para abastecer de agua a todos, incluyendo a los sectores productivos, por ello la preocupación mundial por la escasez de agua es inobjetable y cada día se encuentran más problemas por falta de agua dulce y procesos que contaminan e impactan al medioambiente (Valencia, 2000).

El agua además de escasa es cara y en concreto en el caso de Canarias puede llegar a ser un factor limitante para la producción. En Canarias, a partir de mediados del siglo XX, y debido fundamentalmente al aumento poblacional y a la disminución del nivel del acuífero, se ha hecho necesario buscar métodos alternativos, a los naturales, que garanticen el abastecimiento de agua. A la reducción de la capa freática, como consecuencia de la sobreexplotación, se ha unido la contaminación de las aguas subterráneas, ya sea por acción del hombre, por la propia naturaleza de los materiales volcánicos, o por la intrusión de agua marina en muchos pozos del litoral que provoca la salinización del agua dulce.

Uno de los impactos ambientales más negativos que se han producidos en las Islas, similar al sufrido en el suelo rústico y urbano, es el provocado por la sobreexplotación de los acuíferos, ha originado.

Por otro lado, ha aumentado las zonas verdes en el entorno de las zonas habitadas y especialmente en las zonas turísticas, debido al gran desarrollo que ha experimentado el turismo.

Las razones apuntadas, han llevado a tener que buscar alternativas al uso del agua potable, que tradicionalmente se ha venido utilizando para regar parques y jardines. Un agua que pueda utilizarse en el riego, sin que afecte gravemente a la producción, ni al valor estético, en el caso de las plantas ornamentales y que además su coste no sea excesivo. Otra alternativa es el cultivo de plantas que tengan necesidades hídricas bajas o que resistan en



mayor o menor cuantía el uso de aguas de peor calidad, con un mayor contenido en sales.

Esta problemática condujo a que se instalara en Lanzarote, en 1964 la primera desaladora en Canarias y en España, con una capacidad de producción de 2500 m³/día de agua potable, a la que le siguió otra en Gran Canaria y posteriormente en el transcurso de los años, otras distribuidas por toda la geografía de las islas, constituyendo a que hoy en día sea, Canarias junto con el Sureste Español las zonas más importantes en producción de este tipo de agua y el tercero del mundo en capacidad de generación

Canarias cuenta actualmente, con más de 300 plantas desaladoras, con una producción anual aproximada de 243 millones de m³/año.

La desalación del agua del mar es por tanto muy importante en este Archipiélago, de forma que en islas como Lanzarote y Fuerteventura, el 100% de su agua potable, procede de la desalación del agua marina. Sin embargo, en las Islas más occidentales este porcentaje es menor debido a que cuentan con otros recursos hídricos como las galerías o pozos.

La destilación y la ósmosis inversa son los dos métodos para la desalinización de agua de mar, que se utilizan en el Mundo, aunque el segundo es el más utilizado en España y en Canarias. Pero la obtención de agua más o menos potable, que se pueda ser utilizada para uso doméstico o en agricultura por este método, tiene un coste a veces algo elevado debido al consumo de energía que requiere para su obtención.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta, es el problema que genera el uso de aguas con concentraciones elevadas de sal, las cuales provocan efectos negativos sobre las plantas en general y sobre las ornamentales en particular, que van desde la reducción del crecimiento que afecta tanto al desarrollo aéreo como radicular de las plantas, pasando por la aparición de daños foliares con necrosis en las hojas hasta la muerte definitiva de la planta debido a la imposibilidad de absorción de agua, a carencias nutricionales y a problemas de toxicidad. Además, hay que tener en cuenta que, en el caso de las plantas ornamentales, el valor estético de las mismas se puede ver gravemente afectado, siendo ésta la principal característica por la que son utilizadas.

Sin embargo, todas las especies de plantas ornamentales no se ven afectadas de la misma forma, lo cual permite que se pueda hacer una selección de las más apropiadas, en cada caso, según las condiciones medioambientales que tengan a su alrededor. A veces incluso, interesa, que el crecimiento de la planta sea moderado, de forma que se pueda adaptar a un contenedor.

Existen pocos estudios donde se analice el efecto del agua sobre las plantas ornamentales especialmente en leñosas, a pesar de que el estrés salino causa daños importantes en estas especies (Cassaniti; Flowers; Leonardi, 2009); (Marosz, 2004), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Luego parece obvio que se realicen experiencias, donde se estudie el uso de las aguas con diferentes concentraciones salinas en especies que presenten distinto grado de resistencia, intentando buscar en cada caso la solución más idónea, que permita el uso de estas plantas en jardinería, regadas con aguas más o menos salinas, a un coste asequible, no superior al agua de uso tradicional.

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



2.OBJETIVO

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Este objetivo consiste en realizar un ensayo comparativo con dos especies ornamentales, la *Gazania sp.* (Gaertner, 1788), planta resistente a la salinidad y el *Hibiscus rosa – sinensis* (Linnaeus, 1753) , planta sensible a la salinidad. Para ello se usarán tres tratamientos diferentes con agua de distintas calidades, agua desalada, agua de rechazo, agua testigo. Con el fin de determinar si el uso de estas aguas con diferente concentración salina es factible para estas especies en jardinería.



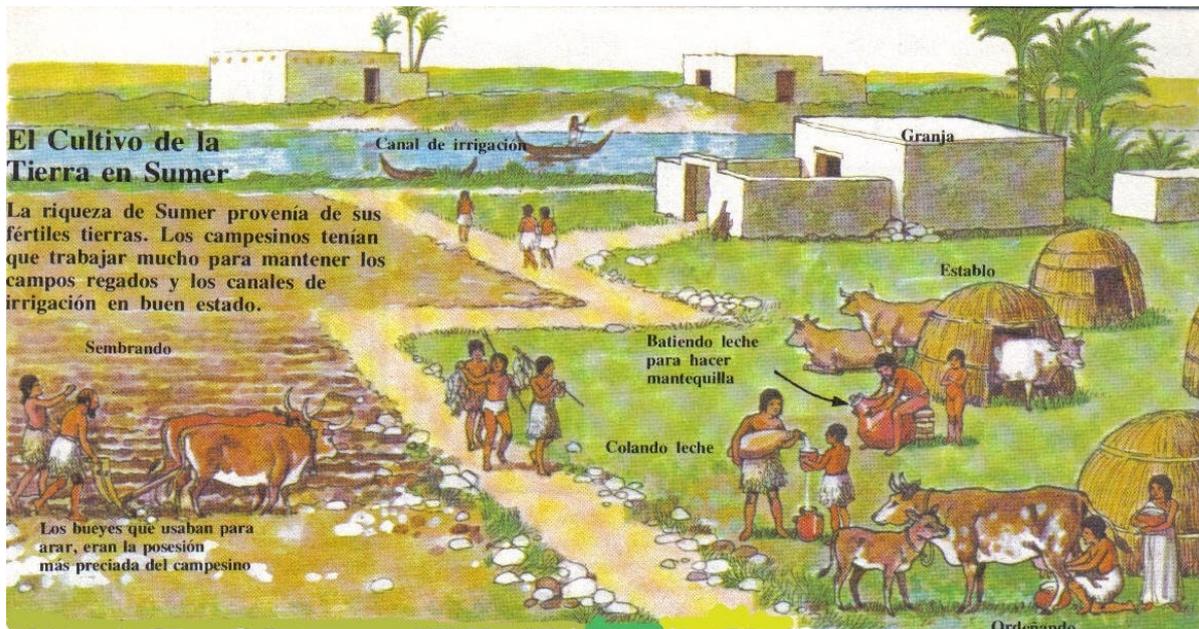
3.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. SALINIDAD

3.1.1. CONCEPTO, HISTORIA Y EVOLUCIÓN.

Una de las acepciones que se puede encontrar, en el diccionario de La Real Academia de La Lengua (RAE) que define la salinidad es la siguiente: “La cantidad de sales que contiene el agua de mar”. Sin embargo, en Agricultura, esta terminología hay que hacerla extensible a los suelos, especialmente a los agrícolas, debido a que éstos se ven afectados por el uso reiterado, a lo largo del tiempo, de aguas con una alta concentración salina, lo que puede conducir a la aparición de graves problemas en las plantas que en ese suelo se establezcan, incluso pueden ocasionarle la muerte.

Según (Flowers & Leo, 2007) un tercio de los suelos regados, en El Mundo, se ven afectados por la salinidad, lo que conduce a una disminución significativa de la producción agrícola. Otros autores, como (Wicke et al., 2011) informan de la existencia de 1.128 millones de hectáreas en El Mundo afectadas (Tablas 3.1 y 3.2). Esta situación es especialmente grave en zonas áridas o semiáridas del planeta, donde la escasez de agua impide además que las sales se laven y percolen a capas más profundas del suelo, donde las raíces de las plantas no llegan. Se estima que un 25% de los suelos de estas zonas están afectados, frente a un 8% de los suelos en general. Este proceso no es nuevo viene sucediendo desde épocas muy antiguas, lo cual ha provocado cambios importantes en distintas civilizaciones a lo largo de la Historia. Es el caso del pueblo sumerio, en Mesopotamia, que tuvo que ir cambiando sus asentamientos, a medida que los suelos se iban salinizando como consecuencia del riego de los cultivos que desarrollaban (Dorronsoro, 2004).



Pero el daño no sólo es directo, sino se puede producir una afección indirecta, debido a la contaminación de las aguas dulces subterráneas, de estas zonas, afectando al agua de pozos o galerías, ya sea por la acción directa humana, por la propia naturaleza de los materiales geológicos, o por la intrusión de agua marina en muchos pozos de las zonas costeras.

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 grande en Asia Central. En el caso de Europa, se estima que hay unos 50 millones de ha 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). La FAO incluye también a Turquía, entre los países altamente afectados. A continuación, en la Tabla 3.1. se muestra la extensión de suelos que han sido afectados a causa de la salinidad a nivel mundial. En la Tabla 3.2, la superficie de suelos salino y sódicos. En la Tabla 3.3, el número de hectáreas salinizadas por el riego y en la Tabla 3.4, la superficie afectada por la salinidad en Europa.

Tabla 3.1. Extensión de los suelos afectados por salinidad a escala mundial

REGIÓN	Superficie afectada por salinidad (millones, ha)	Superficie afectada por salinidad, excluyendo humedades y otras tierras naturales (millones, ha)
Canadá	7	5
USA	77	58
América Central	5	4
Suramérica	87	57
África		
Norte	161	157
Oeste	83	76
Este	56	43
Sur	22	19
Europa		
Oeste	1	1
Este	2	1
USSR	126	117
Medio Este	176	158
Asia		
Sur	52	45
Este	98	83
Sureste	6	5
Oceanía	169	144
Japón	0	0
MUNDIAL	1128	971

Fuente: (Wicke et al., 2011)



Tabla 3.2. Distribución mundial de suelos salinos y sódicos en millones de hectáreas.

Continente	Suelos salinos	Suelos sódicos	Total
Norteamérica	6.2	9.6	15.8
Centroamérica	2.0	---	2.0
Suramérica	69.4	59.6	129.0
África	53.5	27.0	80.5
Asia			
Sur	83.3	1.8	85.1
Norte y centro	91.6	120.1	211.7
Sudeste	20.0	---	20.0
Europa	7.8	22.9	30.7
Australasia	17.4	3.40.0	357.4
TOTAL	351.5	581.0	932.2
Porcentaje sobre el total	37.7%	62.3%	

Fuente: (Szabolcs, 1989)

Tabla 3.3 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,	232.57	20.48	8.8	3.70	18.1

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Ucrania, Bielorrusia, etc)					
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)

Tabla 3.4. Extensión de la salinización en Europa según diferentes estudios.

Superficie en miles de hectáreas.

Estado	Szabolcs 1989	Suelos Salinos			Crescimanno 2003	Suelos Sódicos		
		FAO 1997	FAO & ISRIC 2000			Szabolcs 1989	FAO 1997	Crescimanno 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	--	--	
Grecia	--	--	--	--	--	--	--	
Hungría	1.6	500	4030	150	380.5	1800	850	
Italia	50	400	--	--	--	0.0	--	



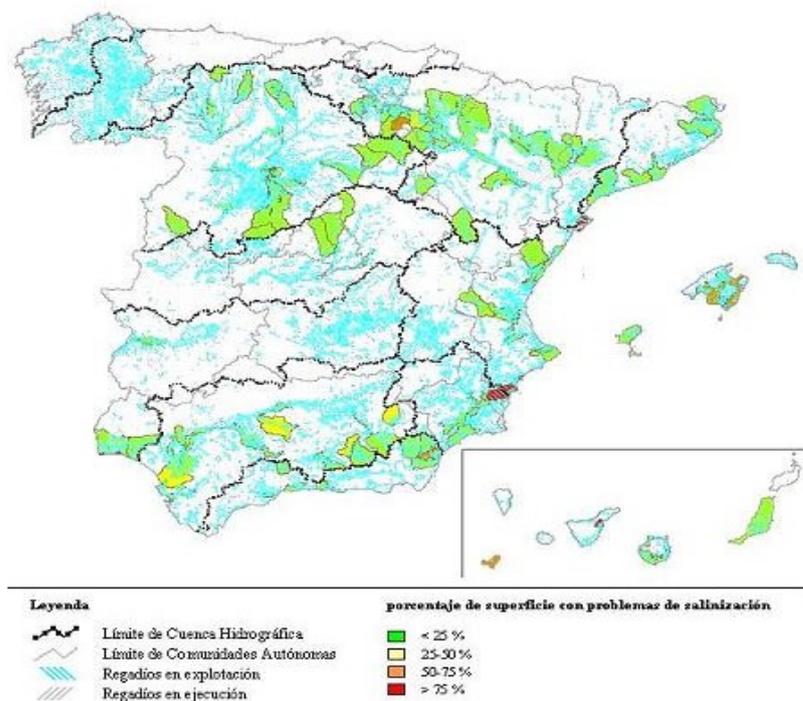
Malta	--	--	--	--	--	--	--
Moldavia	--	--	2290	--	--	--	--
Portugal	--	--	--	--	--	--	--
Rumania	40	500	--	--	210	1100	--
Rusia europea	--	--	2450	--	--	--	--
Turquía	--	2000	--	--	--	500	--
Ucrania	--	--	40	--	--	--	--

Fuente: (Crescimanno, 2003)

En España existían unas 840.00 has 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. (Szabolcs, 1989)

Como se observa en la Figura 3.1, 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 & Cerdá, 1995). 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.

Figura 3.1. Distribución de la superficie de regadío con problemas de salinización en España.



Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2002)

Según (Gisbert, 1991), en Canarias el grado de afectación, por salinidad también es importante ya que las islas como Fuerteventura tienen hasta un 54% de su territorio afectado, Lanzarote un 30%, Gran Canaria un 12%, La Gomera un 10% y Tenerife un 9%.

En la Figura 3.2, 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 dSm/m. Datos que corroboran lo dicho en el párrafo anterior (Morales - Matos & Pérez- González, 2000)

Igualmente, en la Figura 3.3, se ve el estado de degradación de los suelos por sodificación, expresado en porcentaje de sodio intercambiable (Morales - Matos & Pérez- González, 2000).



Figura 3.2. Estado actual de degradación de los suelos por salinización



Fuente: (Morales - Matos & Pérez- González, 2000)

Figura 3.3 Estado actual de degradación de los suelos por sodificación



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 (Fuentes, 1989). Según el laboratorio de salinidad de los (EEUU, 1954), un suelo salino es aquel que posee una CE mayor de 4 dSm/m, en el extracto saturado. Según (Rozema, 1996), un suelo salino para ser considerado como tal, debe tener más del 0.1% del peso seco total de las sales.

Según la FAO, incluye sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos.

Según la FAO y UNESCO la mayoría de los suelos que son dañados por la salinidad se encuentra en zonas áridas y semiáridas siendo ricas en sales por su origen.

Existen dos tipos de salinización, la primaria o natural producida por procesos naturales como, contenido de sal del material de origen, aguas subterráneas o la acumulación de las sales contenidas en el agua de lluvia, a largo plazo. La secundaria o inducida producidas por la acción humana, como es el riego con elevado contenido en sales y/o drenaje insuficiente, de los cultivos (Dregne, 1976), también puede ser ocasionada por los cambios climáticos (Szabolcs, 1996) y la elevación del nivel del mar.

Si se hace referencia al problema de la salinidad en el Archipiélago Canario, habría 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).

Se han realizado estudios de salinidad en los suelos agrícolas en la isla de Tenerife, en diferentes zonas del sur de la isla (Pérez & col, 1975). En los municipios de Granadilla, San Miguel, Arona, Vilaflor y Adeje se halló un porcentaje elevado de salinidad con CEes >8 dS/m, llegando a la conclusión de que hay una gran influencia climática y litológica evidente.

Todo lo expresado hasta ahora, conduce a que el hombre, desde hace siglos, ha tenido que buscar soluciones al problema de escasez de agua y a la salinidad de la misma.

Primero hay que decir que la única forma de eliminar sales es mediante la práctica de los lavados de suelo. Estos lavados se realizan mediante riego con altas dosis de agua que desplazan las sales hacia capas más profundas del suelo, donde las raíces no llegan y donde puedan ser evacuadas por los drenajes.



Actualmente existe diversos métodos que permiten evitar el efecto de la salinidad, ya sea mediante el empleo de diferentes variedades y especies que presenten distinto grado de tolerancia a la salinidad, en aquellas zonas con problemas o mediante la reducción del contenido en sales del agua, utilizando métodos de desalinización de las aguas marinas, de forma que se obtenga un agua apta para uso doméstico, especialmente para su empleo en la agricultura.

Este último método de la desalinización del agua marina empezando a adquirir cierta relevancia, en países desertizados o con amplias zonas áridas y con una agricultura tecnificada importante, como es el caso de Israel, España, Australia o los Emiratos Árabes Unidos (Martínez - Beltrán & Koo- Oshima, 2006) (Ghermandi & Messalem, 2009), incluso en algunos en vías de desarrollo como puede ser el caso de Marruecos.

Uno de los pioneros, en este campo es Israel, donde 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 el uso doméstico y agrícola (Lahav & Birnhack, 2007)

Otro de los países pioneros e importante es España. Es el primer país de Europa y el tercero en el mundo en capacidad instalada para la producción de agua desalinizada y es pionera en la gestión de esta agua. Con dos zonas importantes: El Sureste Peninsular y las Islas Canarias.

Un país en una fase incipiente es Marruecos, donde se está empezando a utilizar agua salobre obtenida por osmosis inversa (ROBW) (Harrak & et al., 2013).

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

Australia es 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. Por ahora está en fase de proyecto, en agricultura (Martínez Álvarez & Martín Górriz, 2014).

También los países del Golfo Pérsico, como Arabia Saudí, tiende a su empleo, aunque 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 & Martín Górriz, 2014).

Por último, la FAO, menciona en su informe de (Martínez - Beltrán & Koo-Oshima, 2006) que, en Kuwait, están desalinizando aguas residuales recicladas por uso agrario, pero no se menciona que ya se esté regando con estas aguas.

3.1.2. EFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS

Las sales provocan diferentes efectos en las plantas. Actúan en dos fases (Munns & et al., 1995). La primera, es la aparición de estrés hídrico a causa de un descenso del potencial hídrico en las raíces. Si el periodo a que se ve sometido la planta es corto, no suele aparecer la segunda fase (Alarcón & et al., 1993) (Neumann & et al., 1997). Sin embargo, si la situación se prolonga puede aparecer un alto índice de iones que lo que produce es una toxicidad específica, que conduce a una deficiencia nutricional (Munns et al., 1982). Todo ello conlleva a que la planta no pueda absorber ni agua, ni los nutrientes necesarios para que el crecimiento y desarrollo vegetativo sea óptimo (Greenway & Munns, 1980); (Tanji, 1990); (Neumann, 1997).

Sin embargo, la mayoría de las plantas, tienen mecanismos de defensa. Poseen la capacidad de soportar la acción de las sales, algunas en gran medida y otras no tanto, dependiendo de la aptitud para resistir la presión osmótica. Las que son capaces de soportar 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 y acumulación de iones procedentes del medio salino y la síntesis de solutos orgánicos compatibles. Pero este ajuste no asegura que la planta vaya a crecer adecuadamente, debido a que existen otros efectos biológicos o fisiológicos que pueden impedir que



suceda (Michelena & Boyer, 1982). Este ajuste depende de diversos factores, como son: El genotipo de la planta, las condiciones ambientales, la velocidad de desarrollo del estrés y es finito (Turner & Jones, 1980).

Los efectos de la salinidad en una planta pueden depender de multitud de factores como la edad (Ayers & et al., 1952); (Bernsteins & Haywward, 1958) humedad relativa (Hoffman & Jobes, 1978), temperatura (Mozafar & Oertli, 1992) e irradiación (Meiri & et al., 1982).

Los efectos que provoca la salinidad en las plantas se manifiestan de diversas formas: en la disminución del crecimiento de las hojas (Alarcón et al., 1993); (Matsuda & Riazi, 1981); (Munns & Tester, 2008). También la elevada concentración 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 & col., 1991).

3.1.2.1. EFECTO OSMÓTICO

La salinidad tiene la capacidad de disminuir el potencial osmótico por la cantidad de sales presentes y así la planta pueda perder agua.

En consecuencia, disminuye la disponibilidad del agua en el medio radicular, y con ello el crecimiento y desarrollo vegetativo en condiciones salinas (Greenway & Munns, 1980); (Tanji, 1990); (Neumann, 1997).

Muchas plantas que se desarrollan en suelos salados tienen la disposición de absorber el agua y así impedir la muerte. A este mecanismo, que poseen algunas plantas, se le denomina ajuste osmótico, es finito y depende de las condiciones de la planta.

El estrés hídrico asociado a la salinidad se manifiesta, también, en el cambio en la apertura de los estomas, los cuales tienden a cerrarse, aumentando así la resistencia al intercambio gaseoso con el fin de limitar las pérdidas de agua a través de la transpiración (Hoffman & Jobes, 1978); (Downton, 1985). (Cramer & et al., 1990); (Sánchez- Blanco & et al., 2002) corroboran lo dicho y por lo tanto cuando se da esta situación se reduce la fotosíntesis y por lo tanto también el crecimiento.

La reducción de la tasa de crecimiento relativo tiene un impacto del 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).

3.1.2.2. EFECTO TÓXICO

Del mismo modo, los efectos que genera la toxicidad en las plantas son objetivos, es decir, se puede observar en las hojas de las plantas un color amarillento que va en aumento y finaliza en una necrosis de éstas.

Este efecto tóxico generado por niveles críticos iónicos a nivel celular produce además otros 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 distinto orgánulos (Rains & et al., 1980), las disminuciones de diversas actividades enzimáticas (Wyn Jones & Gorham, 1983); (Walker & et al., 1981).

Se ha comprobado que la salinidad puede ejercer sus efectos sobre la fotosíntesis y la respiración (Boyer, 1965), la síntesis de proteínas (Kahane & Poljakoff- Mayber, 1968) y de ácidos nucleicos (Nieman, 1965), las actividades enzimáticas (García et al., 1987); (Mengel & Kirkby, 1987), y el transporte de solutos (Fernández, 1990).

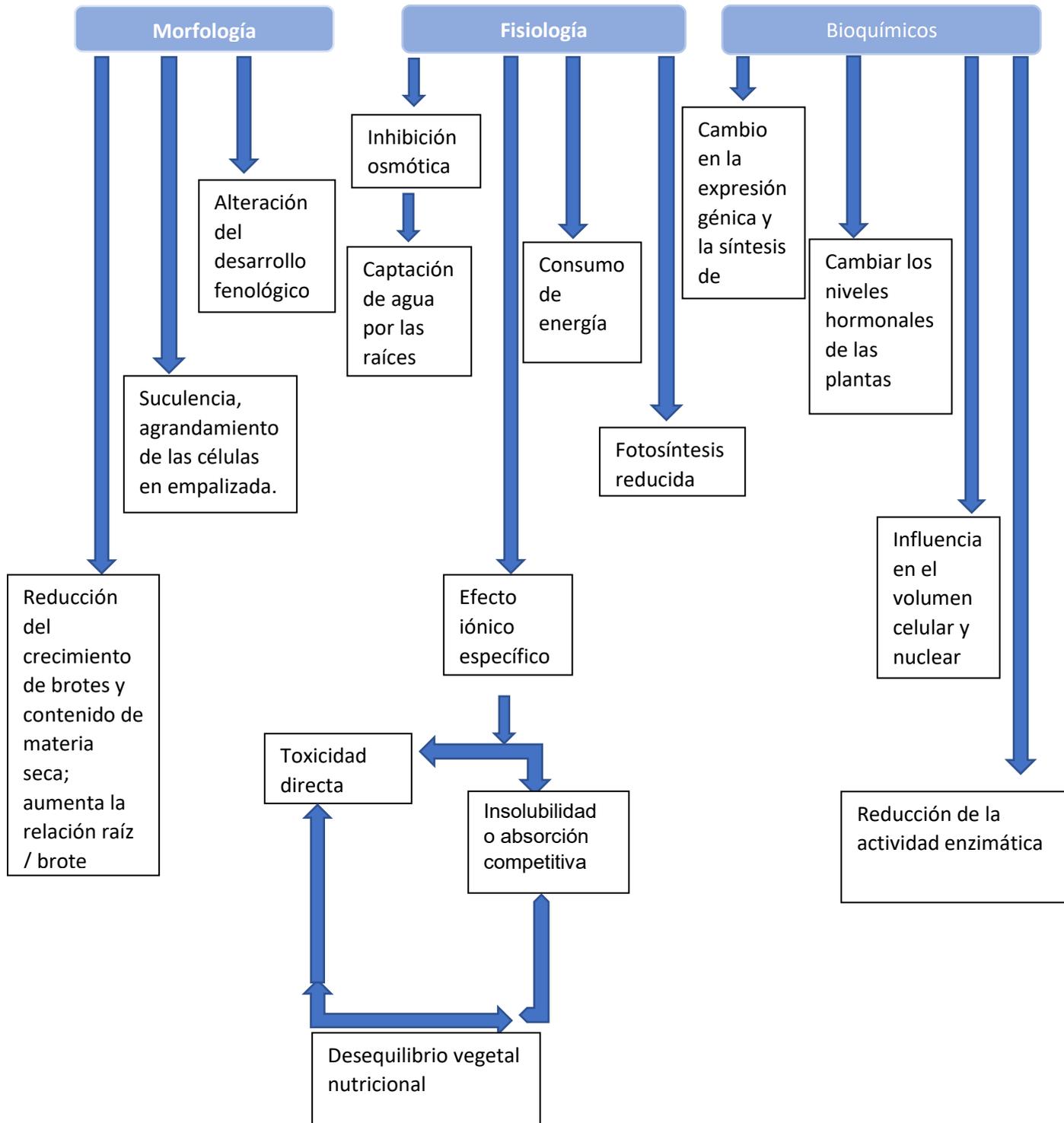
3.1.2.3. EFECTO NUTRICIONAL

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 (Cl) y el Sodio (Na).

Los cationes K, Ca, Mg y 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 & Hanson, 1980).



Esquema 3.1. Efectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos provocado por el estrés salino en las plantas.



Fuente: (Singh & Chatrath, 2001), citado por (Cassaniti et al., 2012)

3.1.3. EFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS ORNAMENTALES

Los efectos de la salinidad, previamente mencionados, en el caso de las plantas ornamentales tienen un aspecto peculiar y es la influencia que produce sobre el valor estético de las mismas (Cassaniti et al., 2012).

El número de especies que se usan con fines ornamentales es muy amplio, así como sus funciones, de embellecimiento, restauración de paisajes deteriorados, control de la erosión de suelos, reducción energética y de consumo de agua para mejorar la calidad estética de paisajes urbanos y rurales, áreas recreativas, espacios interiores y centros comerciales (Cassaniti et al., 2012).

Existe una amplia gama de plantas que se adaptan a estas situaciones con comportamientos diferentes frente a la salinidad. Luego se hace necesario elegir la planta adecuada para cada situación y es importante conocer cómo se va a comportar cuando se riegue con aguas con alto contenido salino.

Según (Blum, 1986), citado por (Cassaniti et al., 2012) la reducción del crecimiento de la hoja es uno de los primeros síntomas en aparecer en las plantas, debido al efecto osmótico de las sales en el entorno de las raíces, lo cual conduce a una reducción del suministro de agua, a las células de las hojas. Concentraciones elevadas de sales pueden inhibir también el crecimiento de las raíces (Wild, 1988), citado por (Cassaniti et al., 2012), con una reducción de la longitud y peso de las raíces y de su función (Shannon & Grieve, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012). La reducción del crecimiento de las células y de su división en hojas, reduce el área foliar de las mismas (Alarcón & et al., 1993); (Matsuda & Riazi, 1981); (Munns & Tester, 2008), citado por (Cassaniti et al., 2012). Todos estos efectos han sido observados en plantas ornamentales, por (Cassaniti et al., 2009) informando de que la disminución del peso seco del tallo y del área foliar, eran los primeros síntomas en especies sensibles a la salinidad y en algunas tolerantes como *Cotoneaster lacteus* y *Eugenia myrtifolia*. Otro efecto frecuente que aparece en plantas ornamentales es la disminución del espesor de la hoja, observado en plantas como *Coleus blumei* y *Salvia splendens* (Ibrahim & col., 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012).

El crecimiento foliar se puede ver también reducido por las deficiencias nutricionales y los iones tóxicos, además de por el estrés hídrico provocado por las sales, debido a la competencia entre cationes y aniones (Shannon & Grieve,



1999). La quemadura de la punta y los márgenes de las hojas es otra consecuencia de la toxicidad iónica, de gran trascendencia en el caso de plantas ornamentales por que afectan al valor estético de las mismas (Francois, 1982).

En la Tabla 3.5. que se encuentra en la parte inferior, describe a escala los daños que pueden percibirse a causa de la sal y en el follaje de las plantas ornamentales.

Tabla 3.5. Algunas escalas de calificación de calidad visual para evaluar el daño por sal en el follaje.

Fuente	Clasificación/ Marcas	Atributos considerados
Cassaniti, 2008	1= sin área necrótica foliar; 2= área necrótica de la hoja entre 0 y 33%; 3=área necrótica de la hoja entre 33 y 66%; 4=área necrótica entre 66 y 100%	Incidencia de necrosis foliar: porcentaje de área necróticas, bronceado de hojas.
Fox y col., 2005	1=planta muerta; 2=daño severo como retraso del crecimiento, tallos muertos; 3= daño moderado como visible residuo de sal en el follaje, <50% de defoliación, hoja deformidad; necrosis; 4=daño leve, clorosis, quemadura de la punta	Enanismo, decoloración, defoliación
	Cada parámetro se evaluó en una escala del 1 al 9, donde un	Ausencia de muerte regresiva de decoloración general

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Jordan y col., 2001	valor de 1 equivale a una calificación del 10% y un valor de 9 equivale a una calificación del 90% de daño.	del dosel, presencia de hojas muertas, presencia de hojas deformadas, hojas y puntas descoloridas y daño marginal
Niu y Rodríguez, 2006a, 2006b	0= muerto; 1= crecimiento severamente atrofiado con más de 50% de daño por sal del follaje (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 del follaje; 4= buena calidad con reducción aceptable del crecimiento y poco follaje de daño; 5= excelente con crecimiento vigoroso sin daño al follaje	Necrosis foliar, pardeamiento
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	Daño por sal; quema y descoloramiento



	reducción aceptable del crecimiento y poco daño al follaje; 5= excelente sin daño al follaje.	
Valdez – Aguilar et al., 2011	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 de 50% del área foliar dañada; 2= 25% a 50% del área foliar dañada; 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. Marchitez: 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	Daños por sal: quemado/ decoloración, marchitamiento

Fuente: (Cassaniti et al., 2012)

Las plantas herbáceas, anuales y perennes, muestran respuestas diferentes a la salinidad, frente a las leñosas, aunque los mecanismos de defensa sean similares.

Las plantas perennes herbáceas que tan comunes son en el paisajismo, se caracterizan por su bajo mantenimiento, además de que su uso incrementa la diversidad en el paisaje (Cameron A. & et al., 2000) (Johnson & Whitwell, 1997).

Sin embargo, muestran una respuesta muy variable frente a la salinidad, existiendo plantas halófitas tolerantes y glicofitas sensibles, de forma que esta condición puede influir en la elección de plantas y en el sistema de frecuencia de riego.

Se han realizado, diversas experiencias para ver las plantas más adecuadas, para su uso en jardinería, en diferentes países, como es el caso del hecho en zonas semiáridas de Estados Unidos (Niu & Rodríguez, 2006a;2006b), citado por (Cassaniti et al., 2012) donde se han utilizado plantas herbáceas perennes, destacando la calidad visual 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 & Rodríguez, 2006a;2006b), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Además, se han realizado programas de investigación en Israel en el 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; Rodríguez, 2006), citado por (Cassaniti et al., 2012) estudiaron 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*. Se aplicaron tres tratamientos salinos diferentes y el control (3.2,6.4,12 y 0.8 dS/m). En esta última 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 de succulencia



de las hojas, que es un mecanismo de tolerancia a la sal (Kozlowski, 1997), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Los efectos que se produjeron en la especie *Lavandula angustifolia* y en la mayoría de las especies del género *Penstemon* fueron muy negativos, provocando la necrosis de la planta y finalmente la muerte de éstas, a CE >3,2 dS/m. *Penstemon strictus* fue la primera en presentar síntomas, probablemente debido a su hábito de crecimiento en roseta, que permite que algunas de sus hojas entren rápidamente en contacto con el agua salina, durante el riego. Sin embargo, *Gazania rigens* no manifestó ningún síntoma ni daño ni teniendo los niveles más elevados de sal, aunque el crecimiento no fue vigoroso. Y 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 por lo que puede estar o no vinculada con la producción de la biomasa y la fotosintética (Zollinger & et al., 2007), citado por (Cassaniti et al., 2012).

(Niu; Rodríguez, 2006), citado por (Cassaniti et al., 2012) llegaron a la conclusión de que las especies *Gazania rigens* y *Delosperma cooperi*, pueden ser utilizadas en jardinería regadas con aguas salinas, a pesar de la disminución de la tasa de crecimiento.

Otro factor a tener en cuenta, por su influencia en los daños foliares, al ser las plantas tratadas con agua salina, es el clima (Jordan & et al., 2001); (Quist, 1999) ; (Wu et al., 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012). En este sentido también se han realizado diversos ensayos, en diferentes años y estaciones, donde se tomaron varios parámetros como fue el peso seco, altura de la planta, el potencial osmótico y la puntuación visual observando que en verano el potencial osmótico era menor, demostrando que las condiciones ambientales pueden influir en la respuesta al estrés salino. La temperatura más alta y la irradiancia del verano provocan un mayor estrés que en otoño. Sin embargo, el peso seco tuvo una reducción, aun así, señalaron una puntuación visual aceptable.

El cambio de temperatura, y de la intensidad lumínica, entre estaciones y años, también influyó en la respuesta de diversas especies a la salinidad según uno de los estudios. Lo que confirmó que estos factores influyen en el rendimiento de la planta bajo condición salina. La calidad visual de las plantas disminuyó en los meses de verano.

De forma similar, otro aspecto a considerar es la absorción foliar de iones, tanto por agua de riego o por aerosoles producidos por el viento que sopla sobre el agua marina. Las plantas peculiares de las zonas costeras se han acostumbrado a vivir en estas zonas, 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 tensioactivo puede mejorar la absorción foliar del agua salina a través de la penetración estomática y cuticular (Green & Bukovac, 1974); (Schönherr & Bauer, 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012).

El daño foliar está directamente relacionado con la absorción foliar, con una mayor introducción de iones de la hoja al aumentar la temperatura (Cirulis & Darlington, 1963), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Existen pocos estudios sobre el efecto de la sal sobre arbustos, a pesar de su importancia en jardinería (Bernstein & et al., 1972); (Bañón & et al., 2005); (Cassaniti et al., 2009) (Clark & Francois, 1978); (Graham & Picchioni, 2001); (Valdéz- Aguilar & et al., 2011), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Del mismo modo, en plantas leñosas la salinidad puede afectar al crecimiento reduciéndolo, así como el desarrollo foliar debido a efectos osmóticos y tóxicos por elevadas cantidades de Na⁺ y Cl⁻ (USEPA, 1992), citado por (Cassaniti et al., 2012).

(Cassaniti & et al., 2008) realizó un estudio con 15 arbustos ornamentales, en donde se realizaron diversos parámetros como, área foliar, número de hojas, peso seco de diferentes órganos, índice de crecimiento, valor estético, etc., después de seis meses de tratamientos con tres concentraciones salinas, 1.8, 4.8 y 7.8 dS/m, respectivamente. Se observó como 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 se redujo el área fotosintética (Munns; 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 75% de reducción; 3. Especies moderadamente tolerantes a la salinidad, con una reducción del crecimiento entre el 25 y 50% y 4. Especies tolerantes a la salinidad cuando mostraban menos del 25% de reducción.

Lo mismo que se observó en plantas herbáceas, la estación del año afecta. En la estación calurosa, la temperatura fue un efecto que produjo cambio en las plantas. Las plantas en esta época permitieron la asignación de Ca^{2+} , Na^{+} y Cl^{-} a las raíces, impidiendo concentraciones acumuladas en las hojas.

Las plantas con una buena acumulación de peso seco (DW) puede presentar un elevado porcentaje de bronceado foliar, en cambio otras especies con grandes reducciones en el peso de los brotes no pueden presentar lesión visual (Rodríguez et al., 2005) ; (Sánchez - Blanco & et al., 2004), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Concretamente, en *Hibiscus rosa-sinensis* el crecimiento se vio restringido, al ser plantado en la estación calurosa, pero el agua salina no provocó lesiones en las hojas (Rodríguez et al., 2005); (Sánchez - Blanco & et al., 2004), citado por (Cassaniti et al., 2012).

De forma similar, otros efectos producidos por la salinidad en árboles y arbustos es su apariencia visual son, la muerte regresiva de la corona, además, de daños en el tallo o tronco y quemaduras en las hojas (Percival, 2005). 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 (Appleton, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Según (Dobson, 1991), citado por (Cassaniti et al., 2012) en las coníferas la salinidad actúa en las puntas de las agujas más viejas produciendo quemaduras, seguidamente de necrosis, y muerte.

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

Cabe destacar que 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 aun por el viento al igual que los árboles que son muy altos y no están protegidos del todo (Appleton, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012).

A continuación, en la Tabla 3.6, se presenta la respuesta de algunos árboles ornamentales a la presencia de la sal.

Tabla 3.6. Resultados de estudios de arbustos ornamentales para evaluar la respuesta a la sal.

Especies	Clasificación	Respuesta a la sal	Umbral de salinidad	Referencias
<i>Bougainvillea spectabilis</i> , <i>Lantana cámara</i> <i>var. 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 var. lanceolata</i> , <i>Taxus cuspidata</i> , <i>Tilia europaea</i>	Sensitivo	Puntaje de rango bajo en calidad visual	2,1dS/m	Quist y col.,1999



<p><i>Gleditsia</i> <i>tricanthos</i> var. <i>inermis</i>, <i>Prunus</i> <i>cerasifera</i> var. <i>atropurpurea</i>, <i>Berberis</i> <i>thunbergii</i> var. <i>atropurpurea</i>, <i>Pinus nigr</i>, <i>Pyrus</i> <i>calleryan</i>, <i>Picea</i> <i>pungens</i>, <i>Juniperus</i> <i>chinensis</i> var. <i>pfitzeriana</i></p>	Tolerante	Puntaje de rango alto en calidad visual	2,1 dS/m	Quist y col., 1999
<p><i>Crataegus opaca</i></p>	Sensitivo	Reducción relativa de tasa de crecimiento	3,15dS/m	Picchioni y Graham, 2001
<p><i>Olea europea</i> ‘Swan Hill’, <i>Prosopsis</i> <i>chilensis</i>, <i>Pinus</i> <i>halepensis</i>, <i>Pinus</i> <i>eldarica</i>, <i>Rhus</i> <i>lancea</i>, <i>Pinus</i> <i>pinea</i>, <i>Fraxinus</i> <i>oxycarpa</i> ‘Raywood’</p>	Tolerante	Buena calidad visual	1,87dS/m	Jordan y col.,2001
<p><i>Robinia x ambigua</i> ‘Idahoensis’, <i>Vitex</i> <i>agnus-castus</i>, <i>Quercus virginiana</i></p>	Cuestionable	Visual de calidad media	1,87dS/m	Jordan y col.,2001

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

'Patrimonio', <i>Albizia julibrissin</i>				
<i>Salix matsudana</i> 'Navajo', <i>Prunus cerasifera</i> 'Atropurpurea', <i>Cercidium floridum</i> , <i>Ligustrum japonicum</i> , <i>Chitalpa tashkentensis</i> 'Pink Dawn', <i>Ulmus parvifolia</i> 'Drake', <i>Chilopsis linearis</i> , <i>Pistacia chinensis</i> , <i>Fraxinus velutina</i> var. <i>glabra</i> 'Modesto'	Sensitivo	Baja calidad visual	1.87dS/m	Jordan y col., 2001
<i>Lantana x hybrida</i> 'Nuevo oro', <i>Lonicera japónica</i> 'Halliana', <i>Rosmarinus officinalis</i> 'Humtington Alfombra'	Tolerante	Poca reducción en crecimiento, buena apariencia estética	5,4dS/m	Niu y col., 2007a
<i>Lantana montevidensis</i>	Sensitivo	Reducción del crecimiento índice, apariencia	5,4dS/m	Niu y col., 2007a



		poco estética		
<i>Potentilla fruticosa</i> 'Longacre', <i>Cotoneaster</i> <i>horizontales</i>	Tolerante	Sin reducción de crecimiento y efecto visible	12 dS/m	Marosz, 2004
<i>Cotoneaster</i> 'Urysnow', <i>Spiraea</i> 'Grefsheim'	Sensitivo	Lesiones foliares	12dS/m	Marosz,2004
<i>Arbutus unedo</i>	Sensitivo	Reducción de biomasa seco total	5,45dS/m	Navarro et al., 2007

Fuente: (Choukr- Allah, 1997), citado por (Cassaniti et al., 2012)

3.1.4. TOLERANCIA A LA SALINIDAD

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

(Gratthan & Maas, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012) evaluaron la tolerancia a la salinidad, basándose en el crecimiento de las plantas, agrupándolas en 5 ó 6 divisiones, sin embargo, en el caso de las plantas ornamentales sería mejor tener en cuenta la calidad visual.

Otra cuestión que complica la evaluación de la tolerancia es el sistema de riego que se aplique. El riego por aspersión contribuye a que la planta se vea más gravemente afectadas por las sales que el riego por goteo (Francois; Maas, 1982), citado por (Cassaniti et al., 2012).

(Dodge & Wu, 2005), citado por (Cassaniti et al., 2012) confeccionaron una lista de tolerancia a la sal, de 268 especies, basándose en la respuesta de

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

las plantas a la sal, en función de si ésta era aplicada a través de un riego aéreo o a través del riego de la tierra, (Tabla 3.7). Y luego agruparon estas especies en cuatro categorías, alta tolerancia, tolerancia, tolerancia media y sensibilidad (Tabla 3.8).

Tabla 3.7. Lista de tolerancia a la sal de 38 especies de las plantas leñosas de paisaje y 10 especies de gramíneas nativas de California cultivadas bajo riego por aspersión con dos concentraciones de NaCl

	Tolerancia a NaCl			Tolerancia a NaCl	
Nombre científico	500 mg/L	1500 mg/L	Nombre científico	500 mg/L	1500mg/L
Plantas de paisaje leñoso			<i>Nerium oleander</i>	Alta	Alta
<i>Abelia 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 pectinatus</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
<i>Koelreuteraria peniculata</i>	Moderada	Baja	<i>Melica californica</i>	Alta	Alta
<i>Lantana cámara</i>	Alta	Moderada	<i>Muhlenbergia rigens</i>	Alta	Alta
<i>Liquidambar styracifluar</i>	Baja	Baja	<i>Poa scabrella</i>	Moderada	Baja
<i>Mahonia pinnata</i>	Moderada	Baja	<i>Sporobolus airoides</i>	Alta	Alta
<i>Myrtus communis</i>	Alta	Moderada	<i>Stipa pulchra</i>	Alta	Alta
<i>Nandina domestica</i>	Moderada	Baja			

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

Tabla 3.8 Definiciones de las categorías de tolerancia a la sal para las especies de plantas sujetas a niebla salina y salinidad del suelo.

Grado de tolerancia	Salinidad	Salinidad
	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 / my 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 / my 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.
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	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



	400 mg / L de cloruro en condiciones de clima seco y cálido.	
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: (Dodge & Wu, 2005), citado por (Cassaniti et al., 2012)

Los métodos de selección y mejora para incrementar la tolerancia serían más viables si estuvieran basados en mecanismos fisiológicos o caracteres que confieran tolerancia (Noble & Rogers, 1992), citado por (Cassaniti et al., 2012).

Las plantas desarrollan diversos mecanismos de tolerancia a la salinidad, que permiten su adaptación y supervivencia en ambientes salinos; por lo que las diferencias que existen entre los mecanismos es lo que determina su comportamiento frente a estas condiciones (Paranychianakis & Chartzoulakis, 2005), citado por (Cassaniti et al., 2012).

En la tabla 3.9. se muestra los parámetros que son óptimos y problemáticos en la calidad del agua de riego.

Tabla 3.9. Directrices para interpretar la calidad del agua para el riego

Tipo de problema	Unidades	No hay problema	Problema creciente	Problema grave
Salinidad (afecta a la disponibilidad de agua para la planta) CEw	dS/m	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Permeabilidad (afecta a la tasa				

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

de infiltración del suelo) CEw Adj SAR Montmorrillonita- Smectita Llita- Vermiculita Kaolinita- Sesquióxidos	dS/m	>0,5	0,5-0,2	<0,2
Toxicidad iónica específica (afecta a cultivos sensibles)	Adj SAR	< 6	6-9	>9
Riego superficial	meq/L	< 3	3-9	>9
Sodio (Na)	meq/L	< 4	4-10	>10
Cloruro (Cl)	meq/L	< 0,7	0,7-2	>2
Boro (B)				
Efectos diversos (afecta a cultivos susceptibles)				
Nitrógeno (NO ₃ -N o NH ₄) ⁴	mg/L	< 5	5-30	>30
Bicarbonato (CO ₃ H) con aspersores	mg/L	< 1,5	1,5-8,5	>8,5
pH	Normal	6,5-8,4		

Fuente: (FAO, 1984)

Se encuentran diversos mecanismos de tolerancia a la salinidad, entre ellos está (Munns & Tester, 2008), citado por (Cassaniti et al., 2012) la capacidad de limitar la entrada de iones salinos a través de las raíces y el tallo inferior y reducir el transporte de Na⁺ y/o Cl⁻ a zonas aéreas, siendo uno de los mecanismos más importantes con los que cuenta la planta (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, es porque tienen los mecanismos para rechazar el Na⁺ y Cl⁻ de las hojas y raíces y a pesar de todo poseen una buena apariencia, son perfectas para la jardinería.

Sin embargo, según el artículo publicado por (Munns & Tester, 2008), citado por (Cassaniti et al., 2012) la tolerancia a la salinidad puede ser desarrollada por la planta de distinta manera, una de ella puede ser el estrés



osmótico, provocando así 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 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 a los tejidos, se produce un convenio entre Na y Cl en el 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.

Como se deduce del párrafo anterior, un aspecto significativo de la tolerancia a la salinidad está conectado con la capacidad de la planta en separar iones tóxicos, el Na⁺ y Cl⁻ (Boursier & Läuchli, 1989), citado por (Cassaniti et al., 2012). Según el tipo de planta, puede ser uno u otro más dañino. Así se tiene que en plantas leñosas perennes el Cl⁻, es más problemático que el Na⁺. Este último es retenido en las raíces y en el tejido leñoso (Ferguson & Grattan, 2005); (Storey & Walker, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012), mientras que el Na⁺, parece ser más perjudicial en algunas especies de pasto (Davenport, 2003), citado por (Cassaniti et al., 2012).

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).

3.1.5. AGUA DESALADA

Antes de hablar de las características del agua de mar que se somete a la desalación, se presenta las características que debe tener un agua de buena calidad para ser utilizada en riego (Tabla 3.9) y a la que se tendría que tender con el procedimiento de desalación. Mientras que en la Tabla 3.10. clasifica a las aguas según su grado de conductividad eléctrica y su TDS.

Tabla 3.9 Características deseables del agua de riego de alta calidad

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Características	Nivel deseado
Sales solubles (CE)	Menos de 0.5dS/m
pH	5.0 hasta 7.0
Alcalinidad (expresada como carbonato de calcio)	Entre 40 y 100 ppm (0,80 y 2,00 m/L)
Nitrato (NO ₃)	Menos de 5 ppm
Amonio (NH ₄)	Menos de 5 ppm
Fósforo (P)	Menos de 5 ppm
Potasio (K)	Menos de 10 ppm
Calcio (Ca)	Menos de 120 ppm
Sulfatos (SO ₄)	Menos de 240 ppm
Magnesio (Mg)	Menos de 24ppm
Manganeso (Mn)	Menos de 2 ppm
Hierro (Fe)	Menos de 5 ppm
Boro (B)	Menos de 0,8 ppm
Cobre (Cu)	Menos de 0,2 ppm
Zinc (Zn)	Menos de 5 ppm
Aluminio (Al)	Menos de 5 ppm
Molibdeno (Mo)	Menos de 0,02 ppm
Sodio (Na)	Menos de 50 ppm
SAR*	Menos de 4 ppm
Cloruro (Cl)	Menos de 140 ppm
Fluoruro (F)	Menos de 1 ppm

Fuente: (Dole & Wilkins, 1999), citado por (Cassaniti et al., 2012)

Tabla 3.10. Clasificación de las aguas según la salinidad del agua de riego

Clase de agua	CE (µS/cm)	TDS (mg/L)
Excelente	250	175
Buena	250-750	175-525
Permisible	750-2000	525-1400
Uso dudoso	2000-3000	1400-2100
Inapropiada	3000	2100

Fuente: (James & et al., 1982) citado por (Dorrnsoro, 2001)



La desalación como recurso hídrico disponible, es una fuente inagotable que proporciona agua con garantía de suministro en cantidad y calidad suficiente e independientemente de la climatología (MAGRAMA, 2015).

La desalinización de agua salada es una tarea de creciente importancia para el suministro de agua potable en el mundo (Duranceau et al., 2011)

El buen uso y manejo adecuado del agua es el objetivo más importante en la planificación de los recursos hídricos, en España (March, 2010). Asimismo, el agua debería entenderse como un bien público, pero también se le debería otorgar un valor económico (Bakker, 2002)

En la actualidad, España se sitúa como el primer país europeo en producción anual de agua desalinizada y el tercer del mundo en capacidad de generación (Cajigas, 2012). En 1996, la capacidad de producción de agua desalinizada alcanzaba la cifra de 500.000m³/día, el 60% de la cual se concentraba en las Islas Baleares y en Canarias (Rico & et al., 1998).

En 1964 se comenzó instalando la primera desaladora en la isla de Lanzarote, a este le siguió una segunda en la isla de Gran Canaria. Posteriormente en 1976 se estableció una planta de osmosis inversa, en Fuerteventura.

La calidad del agua en Canarias está dividida en tres categorías; cloruradas sódicas, bicarbonatadas sódicas y bicarbonatadas cálcico-magnésicas. En las zonas áridas, las aguas procedentes de los pozos se clasifican en cloruradas sódicas, mientras que el agua de galería tiene mejor calidad (Soler & Lozano, 1988).

Según (Calero Pérez & et al., 2010) la desalación de agua de mar no presenta problemas técnicos, pero si causa problemas la gran cantidad de energía que precisa para su obtención, entre los 3-5 kWh de energía eléctrica por cada m³ de agua desalada. El coste total de producción de las desalinizadoras de la cuenca del Segura se sitúa entre 0,60 €/m³ y 0,69€/m³, mientras que el valor marginal neto del agua de riego en las zonas donde se puede regar oscila entre 0,51 €/m³ y 1,05€/m³. Por lo que con estos datos no es conveniente usar agua marina desalinizada (AMD) para el riego. (Martínez -

Álvarez, Martín- Gorriz, & Soto- García, 2015). Los cultivos más tecnificados son aquellos que pueden tolerar los altos costes del agua marina desalinizada, pero como consecuencia tendría una pérdida de rentabilidad en comparación con la situación actual.

Según la (FAO, 2006), la técnica de agua desalada no es efectiva desde el punto de vista económico, solo en caso de aquellos cultivos que tengan un elevado valor añadido y con subvenciones gubernamentales.

A continuación, en la Tabla 3.10, se presenta las desaladoras existentes en Canarias. Y en la Tabla 3.11, el consumo de energía que necesitan. Mientras que en la Tabla 3.12, se desarrollan los costes del agua desalada.

Tabla 3.10. Distribución de plantas desaladoras en Canarias

Isla	Capacidad m³/año	Producción m³/año	Principales instalaciones
Fuerteventura	32.615	11.190.206,5	Puerto del Rosario 15.000m ³ /día (Consortio de Abastecimiento de agua de Fuerteventura)
Gran Canaria	249.553	85.621.634,3	Las Palmas 100.000m ³ /día (Empresa Mixta de Aguas de Las Palmas EMALSA) Sureste 25.000m ³ /día
Lanzarote	69.680	23.907.208,0	Arrecife 40.000m ³ /día (Insular de Aguas de



			Lanzarote INALSA)
Tenerife	96.094	32.969.851,4	Santa Cruz de Tenerife 21.000m ³ /día (Empresa Municipal de Aguas de Santa Cruz EMMASA) Adeje- Arona 20.000m ³ /día
El Hierro	600	205.860,0	
La Graciosa	50	17.155,0	

Fuente: (Calero Pérez & et al., 2010)

Tabla 3.11. Consumo total de energía eléctrica en desalación en Canarias.

Isla	Capacidad m ³ /día	Producción m ³ /año	Consumo eléctrico (MWh y %)
Fuerteventura	32.615	11.190.206,50	55.950 (17,0%)
Gran Canaria	249.553	85.621.634,30	428.105 (15,0%)
Lanzarote	69.680	23.907.208,00	119.535 (19,8%)
Tenerife	96.094	32.969.851,40	164.845 (6,3%)
El Hierro	600	205.860,00	1.025 (4.5%)
La Graciosa	50	17.155,00	

Fuente: (Calero Pérez & et al., 2010)

Tabla 3.12. Costes del agua desalada.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

1. Bases de cálculo		1995	2002	2004	2010
- Coste de inversión	m ³ /día	890	610	600	590
- Periodo de amortización	años	15	15	15	15
- Interés	%	10	4	4	4
- Consumo específico	kWh/ m ³	5,3	4,1	3,6	2,9
- Precio energía	€/ kWh	0,077	0,048	0,048	0,048
- Tipo de toma	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta
2. Coste de agua desalada					
- Energía eléctrica	€/ m ³	0,408	0,196	0,172	0,139
- Personal	€/ m ³	0,036	0,036	0,030	0,025
- Productos químicos	€/ m ³	0,030	0,028	0,028	0,030
- Mantenimientos y otros	€/ m ³	0,024	0,024	0,024	0,024
- Reposición de membrana	€/ m ³	0,018	0,018	0,016	0,014
Total Explotación		0,516	0,302	0,270	0,232
Amortización		0,337	0,170	0,168	0,165
Coste total	€/ m³	0,853	0,472	0,438	0,397

Fuente: (Torres Corral, 2004)

A medida que ha ido pasando el tiempo, se ha producido mejoras tecnológicas encaminadas a disminuir el consumo energético. Un primer intento fue de 5kWh/m³ a causa de nuevos diseños, renovando tanto en bombas como en turbinas. Otro aspecto importante es calcular el tamaño óptimo de la planta, es decir, las capacidades medias de producción han ascendido a cifras más altas del orden de 50.000 m³/día. (Sadhvani & Veza, 2007)



Pero en el caso de Canarias existen varios puntos a tener en cuenta en el consumo de energía. Uno de ellos es el número de plantas desaladoras existentes que es muy elevado, teniendo una relación de densidad de 22,73km²/planta. Seguido de que tienen un diseño de planta inferior a 200 m³/día y, por último, las mejoras de las plantas están proyectadas para duplicar su producción. (Sadhvani & Veza, 2007).

El proceso de desalación consiste en la separación de minerales diluidos, es decir, sales u otras sustancias procedentes de las aguas marinas, para luego transformarla en agua potable o para cualquier otro uso, como el agrícola.

Existen varios procedimientos entre ellos la destilación y la ósmosis inversa (Figura 3.4). Esta última, mediante presión hace pasar el agua a través de una membrana semipermeable que deja pasar el disolvente o sea el agua, pero no el soluto o sea las sales. Este método es el más utilizado y el único que se utiliza en España y también el más importante a nivel mundial, alcanzándose casi el 70% del total.

Este procedimiento consiste en invertir el proceso aplicando una presión superior a la presión osmótica correspondiente, en el lado de la solución más concentrada. Con esta presión se consigue que cambie de dirección del flujo del agua, logrando que ésta fluya de la solución más concentrada a la solución más diluida. (Sánchez *et al.*, 2008)

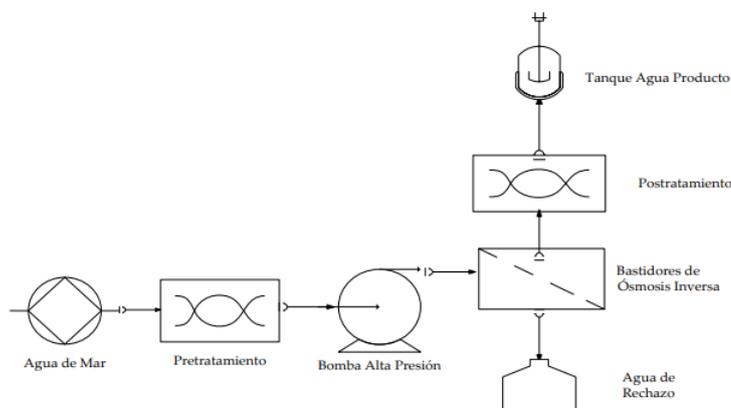


Figura 3.4. Esquema general de una planta de Ósmosis Inversa. Fuente: (Dévora Isiordia & et al., 2012)

Según (Martínez Álvarez & Martín Górriz, 2014), hay diversos aspectos a tener en cuenta, cuando se usa agua desalinizada, entre ellos se encuentra: falta y desequilibrio nutricional para el desarrollo de los cultivos, ya que es un agua con bajos índices de calcio, magnesio y sulfato. También conociendo que el agua marina posee principalmente cloruro sódico, la concentración de iones de cloro y sodio en el agua desalada es muy elevado lo que puede provocar fitotoxicidad en algunos cultivos sensibles.

Otro punto importante es la elevada acidez y poder corrosivo que produce la poca mineralización. La calidad del agua desalada no se conoce del todo, es por ello por lo que no existe garantía sobre su composición y su homogeneidad a lo largo del tiempo.

La alternativa de agua desalada o salobre puede conducir a una reducción del uso de aguas superficiales y subterráneas, en las zonas donde existe una mayor demanda, como es el caso de las zonas costeras donde se establece el turismo. Aunque existen determinadas ventajas.

3.1.6. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas es un recurso natural admirable ya que es un factor clave del Ciclo Hidrológico. Además, poseen un papel muy importante en la naturaleza ya que sostiene mucho de los servicios que se originan en manantiales, río, lagos, humedales y áreas de freatofitas (Younger, 2007); (Custodio, 2001,2005b).

Estas aguas se pueden valorar, aprovechar y controlar al igual que otro recurso natural, sin tener dificultades mayores que las aguas superficiales. Aunque las subterráneas tengan diferentes principios, procedimientos y modelos como son el flujo subterráneo y transporte de contaminantes de libre disponibilidad.

La situación en España en cuanto a la utilización de aguas subterráneas ha aumentado de 200hm³/año en 1960 a más de 6500 hm³/año en el año 2000.

Cabe destacar que este recurso es fácil cuando de ríos y lagunas se trata, pero en el caso de Canarias es más complejo y es por ello por lo que esta necesidad ha llevado a la explotación de aguas subterráneas en las Islas. Antes del siglo XVI, ya había pozos, pero fue a partir de ahí cuando empezaron a



mejorarlos y dio lugar a un pozo tipo canario, denominado convencionales y otros ordinarios que tienen una menor profundidad. (Martín Peñalba)

Otra manera de sacar agua es mediante galerías, que a diferencia de los pozos se excava horizontalmente. A medida que pasa el tiempo, se va mejorando la obra (Martín Peñalba).

Las islas más destacadas en este tipo de extracciones de agua es Tenerife y Gran Canaria, esta última tiene más pozos, mientras que Tenerife destaca por la cantidad de galerías. (Martín Peñalba)

Otra de las opciones, son las presas, en las que se puede acumular más de 100.000 m³ de agua. Aunque los embalses son también una fuente fundamental en la satisfacción de las necesidades hídricas. (Martín Peñalba).

En la Tabla 3.13, que se encuentra en la parte inferior, la cantidad de galerías y pozos situados en Canarias:

Tabla 3.13. Número de manantiales, pozos y galerías en las Islas Canarias

Islas	Manantiales		Pozos productivos		Galerías productivas		Volumen total (Hm ³)
	Nº	Volumen (Hm ³)	Nº	Volumen (Hm ³)	Nº	Volumen (Hm ³)	
Gran Canaria	6	0,1	2100	70	80	25,4	95,5
Fuerteventura	5	0,5	37	3	1	0,05	3,1
Lanzarote	8	0,01	-	-	3	0,2	0,21
Tenerife	25	0,3	275	40	990	160	200,3
La Palma	175	9	231	20	80	41	70
La Gomera	387	6,5	100	2,5	5	0,3	9,3
El Hierro	16	0,01	8	1,5	-	-	1,51
Total	622	15,97	2751	137	1159	226,95	379,92

Fuente: (Plan Hidrológico de Canarias, 2000)

Es tal la demanda de aguas subterráneas, que existen Comunidades de Aguas. Los socios que las componen aportan capital para que aumenten la

cantidad de pozos y galerías y es por ello, por lo que existe un mercado de agua que proporciona una mayor rentabilidad a la inversión en la conducción de aguas.

La gestión de Aguas de Canarias necesita cada vez más de recursos energéticos, puesto que a medida que pasa el tiempo los pozos necesitan una mejora, lo que supone unos costes energéticos y económicos muy importantes.

En Canarias, el regadío supone un 57% del agua total consumida en la Comunidad Autónoma de Canarias, dependiendo de su origen e Islas, requiere unos costes diferentes. Se calcula que un 75% de la superficie en regadío se gasta en aguas subterráneas, mientras que un 15% en aguas superficiales y un 10% restante en aguas desaladas o depuradas. (Baltasar Peñate, Gilberto Martel, & et al.).

En la Isla de La Palma, el coste de agua de regadío se estima alrededor de 0,17€/m³ las aguas subterráneas, pero estos precios varían puesto que, en la isla de Lanzarote, el agua depurada o desalada tiene un coste hasta 1,89€/m³. del mismo modo en la isla de Tenerife el coste es de unos 0,7€/m³, mientras que en la isla vecina Gran Canaria, el precio de agua subterránea oscila entre 0,36 €/m³ y 0,58€/m³ (Baltasar Peñate, Gilberto Martel, & et al.)

Las sustancias disueltas en las aguas subterráneas la mayor parte de ellas se encuentran en estado iónico. Estos iones, son cationes entre los que se encuentra el calcio, magnesio, sodio y potasio. Y aniones como son, bicarbonato, sulfato y cloruro. El resto de sustancia de menor cantidad, son aquellos que no alcanzan el 1% del contenido iónico total.

Las sustancias químicas dispersas en estas aguas están delimitadas por diversos factores, como el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua. (López - Geta, Fornés Azcoiti, & et al., 2009).

Características más importantes de las aguas procedentes de galerías, utilizadas para el riego.

- Alta CE y pH (normalmente pH > 8).
- Altas concentraciones en Na⁺, CO₃²⁻ y HCO₃⁻
- Bajas concentraciones de los iones Cl⁻ y K⁺.

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

- Alta CE y un pH en la neutralidad.
- Altas concentraciones de Cl⁻ y Na⁺



- Bajas concentraciones de CO_3^{2-} y HCO_3^-

Existen tres clasificaciones de aguas subterráneas, en relación con la concentración de sustancias disueltas en ellas. Una de ellas es agua dulce, compuesta por un máximo de entre 1.000-2.000 mg/L de sustancias; las aguas salobres que poseen hasta 5.000mg/L de sustancias dispersas y las aguas saladas que pueden alcanzar hasta 40.000mg/L de sustancias (López - Geta, Fornés Azcoiti, & et al., 2009)

En Canarias, las aguas subterráneas se les considera muy heterogéneas, puesto que, en las zonas de costas, estas aguas son muy mineralizadas, con gran contenido de cloruro y sodio. Mientras que, en las zonas centrales, el contenido de salinidad es bajo (López - Geta, Fornés Azcoiti, & et al., 2009).

3.2. MATERIAL VEGETAL

3.2.1. HIBISCUS ROSA SINENSIS

3.2.1.1.1. TAXONOMÍA

Es un árbol o arbusto originario de la región de Asia Oriental, que pertenece a la familia Malvaceae, siendo el género *Hibiscus*, al que pertenece, uno de los más importantes económicamente. Esta especie fue clasificada por Carl Linnaeus, en el libro titulado “Las especies de plantas”, en 1753. Recibe diversos nombres comunes como hibisco chino, rosa de China o simplemente hibisco. Asimismo, el nombre de la especie fue descrita por Dioscórides. Esta especie está catalogada como planta sensible a la salinidad ya que tiene un rango entre 2-4 dS/m de tolerancia a la salinidad (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010)

Tabla 3.14. Taxonomía de la especie *Hibiscus rosa-sinensis*

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Dilleniidae
ORDEN	Malvales

FAMILIA	<i>Malvaceae</i>
SUBFAMILIA	<i>Malvoideae</i>
GÉNERO	<i>Hibiscus</i>
ESPECIE	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.

Fuente: (Linnaeus, 1753)

3.2.1.2. MORFOLOGÍA

Es un árbol con tallos normalmente rígidos y ramificados, siendo algunas veces glabro, de unos 5m aproximadamente de altura y un diámetro de 3m. Sus hojas tienen una disposición alterna y de forma ovalada a lanceoladas, con bordes algo dentados, frecuentemente, de color verde oscuro. Con respecto a las flores, éstas son solitarias siendo de diversos colores, con forma de campana, compuesta por un cáliz de 4 centímetros como máximo, de longitud, glabro, con 5 sépalos, gamosépalos y un sépalo impar ubicado posteriormente. La corola está formada por 5 pétalos ovales, de diversos colores que pueden medir alrededor de entre 5-15 centímetros. El androceo está formado por innumerables estambres con anteras amarillas. Los filamentos de éstos se unen formando un tubo que deja el estilo en su interior.

El gineceo posee un ovario súpero, sinocarpo y pentacarpelar, con un estigma con forma de cabeza.

3.2.1.3. NECESIDADES EN CLIMA Y SUELO

Esta especie es una planta de clima cálido, que no tolera las bajas temperaturas, aunque las plantas más desarrolladas pueden hacerlo, pero en un tiempo limitado sufriendo así daños reparables.

De manera contraria, soporta bien las altas temperaturas, aunque si se excede demasiado puede afectar en la floración, produciendo así su interrupción.

Tabla 3.15. Efectos de las temperaturas críticas sobre el hibisco.

T° mín	4-1.7°C (no se desarrolla)
T° máx	40 °C (interrumpe floración)



T° media	18-32°C (florece)
-----------------	-------------------

Fuente: (Kalliergeia, s.f.)

Requiere de suelos fértiles, los más adaptados son franco- arenosos y francos, que sean bastantes húmedos y que contengan suficiente materia orgánica y que estén bien drenados. El pH que requiere para crecer es entre 6 - 7,5, pero opta por valores entre 6,5-6,8, es decir, suelos ligeramente ácidos.

En cuanto a la fertilización, se desarrolla durante el comienzo de la primavera hasta inicios del otoño y se recomienda añadir un abono granulado de lenta liberación de una vez o dividido en dosis repartidas cada dos o tres semanas, siendo, NPK 1:1:1.5 (12-12-17) o 1:1:1 (20-20-20).

Respecto al riego, éste no debe ser excesivo lo que quiere decir que se debe evitar el encharcamiento del suelo. Asimismo, un riego de 2 ó 3 días por semana es el conveniente aplicándole así una dosis de 4L/h en el gotero.

3.2.1.4. PLAGA Y ENFERMEDADES

Las plagas que destacan en esta especie son:

- *Aphis gossypii* (Glover, 1977): es un pulgón que afecta a una amplia gama de plantas agrícolas y hortícolas (Eastop, 1977) y se considera una plaga peligrosa en muchos países. Su importancia agrícola ha sido examinada en menor medida por (Wool & et al., 1995). Se dice que tienen una reproducción reducida (Eastop, 1977) y se diferencia de los adultos típicos por tener cinco en vez de seis segmentos antenales (Takahashi, 1966).

- *Botrytis spp.* (Whetzel, 1945): este hongo se desarrolla en condiciones ambientales húmedas y frescas, que incitan la infección (Jarvis, 1977). Además, causas pérdidas características durante todas las etapas de la producción florícola (Hausbeck & Moorman, 1996).

- *Nectria spp.* (Magnus Fries, 1849): es un hongo que pertenece a la subdivisión de los Ascomycetes, produciendo canchros en los tallos y rama de los árboles (Agrios, 1996). Es decir, causa enfermedad en el floema, en el cambium y las primeras capas del xilema de los árboles vivos. Este hongo se produce

mayoritariamente en los árboles jóvenes, circundando en las ramas más gruesas.

- *Phytophthora spp.* (Anton de Bary, 1875): patógeno que habita en el suelo, produciendo una infección repetida de las raíces fibrosas, pudiendo ocasionar la muerte de la planta, además, de la pudrición de raíces absorbentes y secundarias (Erwin & Ribeiro, 1996)

- *Armillaria mellea* (P. Umm, 1871): es una micosis radicular que provoca la podredumbre blanca en el sistema radicular y en el cuello de la raíz. Los síntomas que produce se reconocen con facilidad, como es un pardeamiento y seguidamente el engrosamiento de la corteza. Cuando este parásito se desarrolla bastante en el aparato radicular, los primeros tejidos de la corteza se deshacen, convirtiéndose en una masa fibrosa de color marrón a negro (Bernal, 2009)

- *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1890), (Christie, 1932): parásito que se desarrolla en la parte aérea de las plantas, provocando clorosis o daños necróticos, delimitadas por las venas y finalmente, la desfloración (Luna Piña, Olave Velandia, & et al., 2018)

3.2.1.5. PROPAGACIÓN

Son plantas que se propagan principalmente por esquejes o injertos, siendo favorable ya que se desarrollan bastante rápido. Aunque también se pueden multiplicar por semillas (Nakasone & Rauch, 1980)

El método de propagación por esqueje es rápido y sencillo de realizar, pero muchas especies suelen fijarse fácilmente o de lo contrario, arraigarse con dificultad. Del mismo modo, la acción del injerto es también sencilla lo que al ejecutarse hay que tener un corte bastante cuidadoso. Se puede utilizar varios tipos de injerto como son la púa lateral, que consiste en realizar un corte oblicuo a ciertos centímetros de distancia por encima de la base (Nakasone & Rauch, 1980)

Otro de los injertos es el de corteza o corona, es el más usado y consiste en cortar la corteza alrededor de 1 pulgada en la punta del talón y sacarlo de la madera en ambos lados de la hendidura (Nakasone & Rauch, 1980)

Y la multiplicación por semillas, normalmente se utiliza para producir nuevas variedades. Lo que significa la polinización y fertilización para producir



semillas y la germinación y cuidados de éstas hasta la floración (Nakasone & Rauch, 1980)

3.2.1.6. USOS

Se usa como planta de interior o también como árbol o arbusto en jardinería, pero, además, tiene muchos fines medicinales. Entre ellos reduce los tos, como propiedades dermatológicas y diuréticas.

3.2.2. GAZANIA SP.

3.2.2.1. TAXONOMÍA

La *Gazania* o flor del tesoro es una planta perenne originaria de Sudáfrica, correspondiente a la familia *Asteraceae*. El género de esta especie fue puesto por Joseph Gaertner, apareciendo publicado en su libro de botánica denominado "De Fructibus et Seminibus Plantarum". Del mismo modo, el nombre de la planta fue otorgado en honor de Teodoro Gaza (1400-1478), célebre filólogo y humanista griego, traductor de las obras de Aristóteles.

La *Gazania sp.* está catalogada como especie resistente a la salinidad, puesto que tiene una tolerancia a ésta entre 8-10 dS/m (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010).

Tabla 3.16. Taxonomía del género *Gazania sp.*

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Asterales
FAMILIA	<i>Asteraceae</i>
SUBFAMILIA	<i>Cichorioideae</i>
TRIBU	<i>Arctotideae</i>
SUBTRIBU	<i>Gorteriinae</i>
GÉNERO	<i>Gazania</i>

Fuente: (Gaertner, 1788)

3.2.2.2. MORFOLOGÍA

El género *Gazania*, posee unas 20 especies reconocidas, aunque hay autores que amplían este número hasta 79. Se trata de plantas herbáceas, de porte cespitoso, que alcanzan unos 35 cm de altura. Las hojas son de forma espatulada, de color verde plateado, más oscuro por el haz que por el envés. Las flores son compuestas de diversos colores como, amarillo, naranja, blanco, rojo, rosa o variegadas, de unos 8cm o más, de diámetro. Florece en primavera-verano, aunque en zonas templadas lo hace todo el año.

Las especies más importantes son: *Gazania rigens*, *G. linearis*, *G.krebsiana* y *G. lichtensteinii*, cuyas características principales son las siguientes:

La *Gazania rigens* es una planta perenne, que posee tallos simples o ramificados en la base. Sus hojas están en forma de rosetas en la base de cada rama, son estrechas y alargadas. Las flores son amarillas o raramente naranjas, liguladas sin manchas o con una mancha de color negro en la base.

La especie *Gazania linearis* es parecida a la nombrada con anterioridad, lo que su porte es hemicriptófito rosular, de menor altura. Las hojas son más lineales o pinnatifidas. Sus flores son también amarillas o naranjas con una mancha negra o de varios colores en la base.



Imagen 3.5. Especie *Gazania linearis*



En cuanto a la *Gazania krebsiana*, sus brácteas son más estrechas consiguiendo hasta 1mm de altura, con márgenes cortamente ciliado. Las flores son del mismo color que las anteriores, naranjas o amarillas con mancha de color pardo o bicolor (Laguna Lumbreras y Ferrer Gallego, 2013).



Imagen 3.6. Especie *Gazania krebsiana*

Actualmente, se comercializan híbridos de estas especies.

3.2.2.3. REQUERIMIENTOS

Esta planta se desarrolla mejor en suelos arenosos o franco – arenosos y permeables, requiriendo de climas frescos pero expuestas al sol. Es una planta resistente a la sequía, pero en épocas calurosas necesita bastante agua.

3.2.2.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Entre las plagas y enfermedades más importantes que puede sufrir están:

- *Alternaria sp.*(Keissl, 1912): es un hongo filamentoso de crecimiento rápido con un aspecto áspero y de color gris al principio y después consigue un color negro. Las hifas son septadas y oscuras, además, de los conidióforos (Nees, 1816).

- *Corynespora sp.*: afecta a todos los órganos de la planta, pero sus efectos se observan sobre todo en las hojas, provocando daños circulares de color marrón, rodeadas por un halo peculiar de color amarillento (Sautua, Fernandez, & et al., 2021)

- *Fusarium sp.*(Link Ex Grey, 1821): muchos de los efectos que produce este hongo son, marchitamientos vasculares, manchas en las hojas, pudrición en las raíces y tallos (Nelson, 199) .
- *Pythium sp.*(Pringsheim, 1858): es un patógeno que afecta a todos los ciclos de producción, ya que es capaz de sobrevivir en agua, residuos de planta y suelo (Díaz - Celaya, Rodríguez - Alvarado, & et al., 2011).
- *Rhizoctonia solani* Kuehn (J.G.Kühn, 1858): produce en las plantas subdesarrollo y necrosis. Además, las hojas jóvenes exhiben, normalmente peciolos alargados y folíolos curvados

3.2.2.5. PROPAGACIÓN

Su reproducción se realiza mediante semillas, esquejes o por división de plantas. Por este último método, cuando las plantas están bien desarrolladas se divide en trozos, portadores cada uno de ellos de raíces (se hace por división de coronas o se trata de una planta que ahija y entonces se separan estos de la planta madre).

Para la propagación por esquejes se elige un tallo o rama joven, teniendo en cuenta que no haya florecido o tenga la intención de hacerlo.

La siembra por semilla se suele hacer también durante todo el año, aunque hay que tener en cuenta que el trasplante al campo deber ser con el tamaño y el clima adecuado.

La *Gazania* tiene una singularidad que es que, los primeros rayos de sol sus pétalos se abren mientras que el cierre lo realizan durante la tarde, fenómeno conocido como nictinastia.

Se debe eliminar las flores una vez que estén marchitas al igual que sus hojas ya que absorben mucha agua lo que impide el crecimiento de los nuevos brotes. Al ser una planta que florece mucho es apropiado administrar abonos orgánicos de manera frecuente.

3.2.2.6. USOS

La especie además de tener un uso en la jardinería también tiene otro uso importante, el medicinal.



4.MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. SITUACIÓN Y MATERIAL VEGETAL

El ensayo se desarrolló en un invernadero de tipo canario, con cubierta de policarbonato y está situado en las instalaciones de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, en el municipio de La Laguna, situado a 546,98m de altitud y en las coordenadas siguientes:

Latitud: 28° 28' 45,75" N

Longitud: 16° 19' 07,21" O

El invernadero cuenta con mesas rectangulares donde se dispusieron las diferentes experiencias. Rodeando la mesa se colocó una malla de color negro simulando una cortina para evitar directamente la luz solar.

En el invernadero se haya un medidor de temperatura y humedad relativa que permitió registrar los datos de estos parámetros a lo largo de todo el ensayo.

Se utilizaron dos especies diferentes *Hibiscus rosa – sinensis* y *Gazania sp.* las cuales presentan un diferente grado de tolerancia a la salinidad, correspondiendo una mayor resistencia a la *Gazania sp.*

Las plantas se recepcionaron el día 30 de abril del 2021, procedentes de un vivero especializado y a partir de ese momento se comenzó a regar con agua normal de riego, procedente del Canal del Norte, hasta el 12 de mayo. En esta fecha se decidió realizar un trasplante a una maceta de mayor diámetro. Para la *Gazania sp.* se utilizó una maceta de mayor diámetro y el mismo sustrato (tierra, arena y picón) en la proporción 1:1:0,5. Para *Gazania sp.* se utilizó una maceta de diámetro 18 cm, mientras que para el *Hibiscus rosa – sinensis*, de mayor porte, se utilizó una maceta de diámetro 22 cm.

La dosis de riego para cada variedad fue diferente, en el caso de *Hibiscus rosa – sinensis* se le proporcionada 200 mL/día, mientras que en la especie *Gazania sp.* la dosis recomendada era 100 mL/día. Aunque estas cantidades podían variar según las temperaturas que se dieron en el invernadero, si eran elevada la dosis era el doble de lo normal.



4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Las dos especies se distribuyeron siguiendo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, 54 plantas de cada una de ellas, haciendo un total de 108 plantas.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

T₁= Agua Desalada

T₂= Agua Testigo

T₃= Agua Salada, salmuera de agua de galería

Las aguas fueron colocadas en tanques de 500 y 1000 litros dentro del invernadero (Imagen 4.1) y las plantas fueron regadas con recipientes de 600 y 800ml cada uno para su agua correspondiente (Imagen 4.2).



Imagen 4.1. Localización de los tanques de las diferentes aguas



Imagen 4.2. Recipientes para el riego de las diferentes aguas

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Mientras que el diseño experimental se dispuso sobre la mesa siguiendo el siguiente esquema:

Esquema 4.1. Diseño estadístico

BLOQUE 1						BLOQUE 2						BLOQUE 3					
E1: HIBISCUS				E2: GAZANIA		E2: GAZANIA				E1: HIBISCUS		E1: HIBISCUS				E2: GAZANIA	
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

Tabla 4.1. Leyenda del diseño

E1	<i>Hibiscus rosa- sinensis</i>
E2	<i>Gazania sp.</i>
T	Tratamiento
B	Bloque

Se realizaba mediciones cada 15 días, la primera se hizo el día 31 de mayo finalizando el 23 de agosto.

Los parámetros que se eligieron para cada variedad fueron diferentes. En el *Hibiscus rosa- sinensis* se marcó un brote de cada una de las macetas, en el que se medía su longitud y el entrenudo, este último se medía con un calibrador digital (Imagen 4.3.), junto con estos valores, se medí el diámetro y altura de la planta y si tenía flor, se medía el diámetro de ésta, mientras que para estos parámetros se usaba una regla de 50 cm.

Del mismo modo, en la especie *Gazania sp.* en la misma maceta se encontraban dos híbridos, por lo que se eligió uno de ellos y se marcó, para comenzar así las mediciones. En ésta se medía el diámetro y altura de la planta, además de la longitud y diámetro de la flor, completando las mediciones con el conteo de los brotes nuevos y los existentes.



Imagen 4.3. Material de medición

4.3. TRATAMIENTOS APLICADOS

Se aplicaron 3 tratamientos con aguas de diferente procedencia y calidades con el fin de observar el comportamiento de cada una de las plantas estudiadas frente a cada una de estas aguas. Concretamente se utilizó agua desalada, agua de rechazo y agua testigo, procedente del Canal del Norte.

4.3.1. AGUA DESALADA

El tratamiento T_1 , era un agua marina, desalada por ósmosis inversa en las instalaciones de la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna en Santa Cruz de Tenerife.

El equipo que se utilizó para conseguir el agua desalada es una planta que desala mediante osmosis inversa de menor escala (Imagen 4.4). Está compuesta por una bomba de baja presión que carga el agua salada después de haber pasado por un sistema formado por un filtro de disco y tres filtros de cartucho. El agua filtrada pasa por una membrana en la que se encuentra una

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

bomba de alta presión con la función de enviar el flujo de alimentación necesario para que este supere tanto la presión osmótica y eliminar las sales.

La máquina de uso para esta investigación tiene una membrana y en ella aparecen diferentes parámetros como es la conductividad eléctrica, la tasa de flujo de alimentación, la temperatura.

A medida que obteníamos el agua desalada, la vertíamos directamente a depósitos de entre 20-30L, de capacidad y luego se vertía en un depósito mayor 1000mL, situado en el invernadero donde se realizó la experiencia (Imagen 4.6). Esta tarea se realizaba con periodicidad de 7 a 15 días.

Durante el funcionamiento, se medían los parámetros del agua del mar necesarios. Posteriormente, se procedía a la limpieza del aparato con agua destilada, lo mismo que con cada uno de los depósitos. Del mismo modo, finalizada la tarea de rellenar todos los depósitos volvimos a medir los parámetros, ya que a medida que pasaba el tiempo la temperatura del agua podía variar.



Imagen 4.4. Planta ósmosis inversa



Imagen 4.5. Tuberías que recoge el agua (amarilla), y de rechazo (gris)



Imagen 4.6. Depósitos de recogida de agua desalada

Esta agua según los análisis realizados en el Laboratorio de Diagnóstico Agrícola, Canarias Explosivo S.A. (Anexo 9.1) el pH se encuentra a 7,3, que según él (Tabla 3.9), es un valor óptimo. En cuanto a la CE 0,31 dS/m, según la tabla nombrada anteriormente (Tabla 3.9) es un valor que no tiene ningún problema.

4.3.2. AGUA TESTIGO

El agua testigo, es un agua procedente de la galería de la Comunidad de Aguas Unión Norte. Esta agua se usa en los campos de la Sección de Ingeniería Agraria. El caudal de esta varía según de donde proceda el agua, ya que muchas veces procede de galería o de pozo o de ambos lados.

El agua testigo, su tanque que se observa en la Imagen 4.6. se encuentra a una latitud de 28° 28' 41,21" N, una longitud de 16° 19' 21,55" O y una altitud de 583,00 m, en el municipio de La Laguna,



Imagen 4.7. Localización del tanque de agua testigo

Con el agua testigo también se realizó un análisis de agua (Anexo 9.2), en el que su pH tiene un valor de 9, y según la tabla elaborada por la (FAO, 1984), (Tabla 3.9) es un valor que se encuentra fuera el rango de normalidad, es decir, es un dato elevado. En cuando a la conductividad eléctrica 1,03 dS/m es un valor con un problema creciente ya que se encuentra en el rango entre 0,7-3 dS/m.

Los problemas de toxicidad de esta agua, con las sustancias disueltas como es el Na, tiene un valor que puede provocar problemas crecientes. Mientras que, el cloruro no tiene riesgo de problemas, al tener un valor inferior a 0,7 meq/L.

4.3.3. AGUA SALADA O DE RECHAZO

Esta agua procede de la misma que el agua testigo (T_2) con la diferencia que ésta, en el proceso de ósmosis inversa, el agua se divide por dos caminos, un agua pura que va al tanque que se observa en la Imagen 4.8. y un agua de rechazo que mediante una fina tubería llega a nuestro tanque y con esa agua con la que regamos las plantas. Es por lo tanto una salmuera.

Otra de las diferencias que tiene con el agua testigo es que su grado de CE es más elevado.



Imagen 4.8. Planta ósmosis inversa

Del mismo modo, se realizó un análisis para el tratamiento 3 (Anexo 9.3). Esta agua posee un pH igual que el agua testigo, un valor de 9 es decir, elevado. En cuanto a la conductividad es quizás un poco más elevada que el tratamiento anterior, teniendo un valor de 1,71 dS/m, por lo que puede llegar a ser un problema creciente.

En cuanto a las demás sustancias dispersas en este tipo de agua, en el caso de toxicidad iónica específica, el valor de Na, no provoca ningún problema. El valor de cloruros provoca problema grave al tener un valor mayor de 2.

Del mismo modo, el valor de bicarbonatos provoca problemas graves.

4.4. INCIDENCIAS EN EL CICLO DE CULTIVO

Durante el proyecto, se tuvo que aplicar varios tratamientos contra las plagas. En este caso, para la especie *Hibiscus rosa-sinensis* que tenía en abundancia, pulgones. Se percibía en las hojas, en los capullos y en el ápice del tallo.

El primer tratamiento, se realizó el sábado 29 de mayo ya que podía perjudicar a la hora de hacer el riego. Por ello, regué el día antes con doble dosis, ya que, el día del tratamiento y el día después no se podía manipular las plantas. El producto que se utilizó como remedio fue Align Aceite de Neem Azaridactina, con un 2,6% de materia activa. De tal forma que se le puede aplicar entre 0,1-0,14%, pero en este caso y al tener la planta un tamaño pequeño, se le aplicó 0,1cm/L que es lo mismo 0,1%.

El segundo y último tratamiento se realizó el día 17 de julio, otro sábado por el mismo motivo nombrado con anterioridad. En este caso, se usó el producto Aphox, con una dosis de 1g/L.

4.5. MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos mediante las mediciones de cada una de las plantas correspondientes a este proyecto se organizaron y se realizaron en diferentes hojas de cálculo usando el programa Microsoft Excel 365.

Para el estudio estadístico de los datos finales, se utilizó el programa SPSS basándose principalmente en el cálculo de estadísticos univariantes, realizando un análisis de varianza (ANOVA) y así ver los efectos de los diferentes tratamientos de aguas en las variables como el diámetro de la planta, altura, diámetro de la flor, etc.

Además de comprobar previamente las hipótesis de normalidad y homocedasticidad, aplicando el modelo lineal general. Con un nivel de significación del 5%.



5. OBSERVACIONES DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO

5.1. DATOS CLIMÁTICOS

Los datos climáticos para este proyecto se obtuvieron por un medidor de temperatura y humedad relativa que se encuentra dentro del mismo invernadero.

En la Tabla 5.1. se observan los datos registrados en los meses de duración del proyecto, es decir, los meses más calurosos de todo el año, o sea el verano.

Y es por ello, que en el Gráfico 5.1. se observa que durante el transcurso del ensayo las temperaturas van en aumento.

Tabla 5.1. Temperaturas durante el proyecto

	Tª mín.	Tª media	Tª máx.
Mayo	13,9	18,01	25,83
Junio	15,4	19,92	28,45
Julio	17,50	23,42	33,10
Agosto	18,20	23,95	34,01

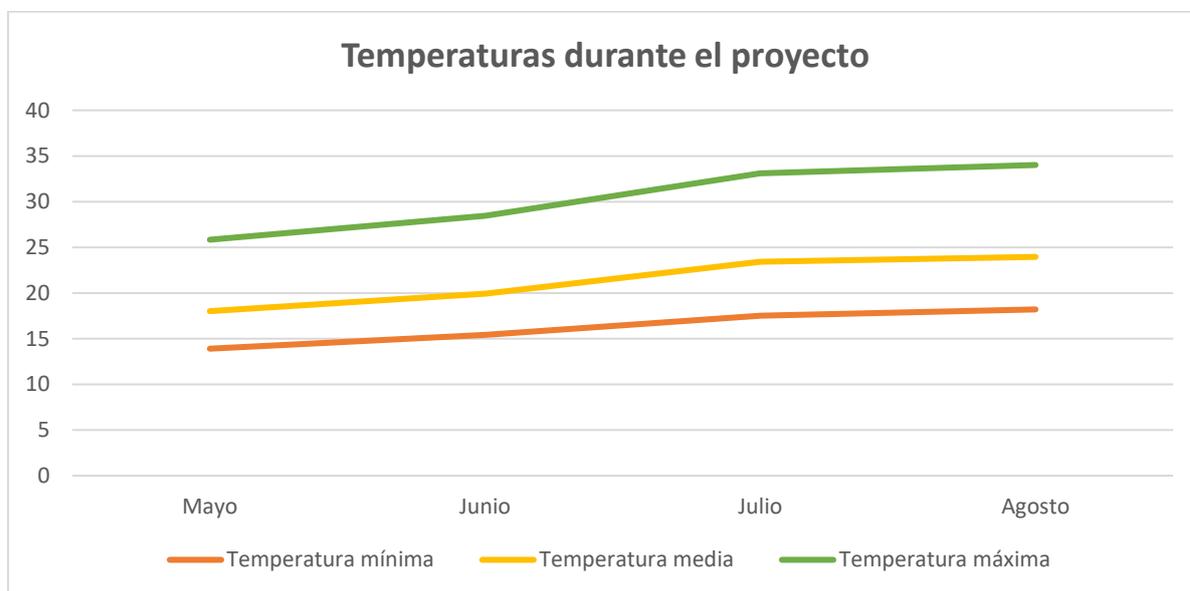


Gráfico 5.1. Desarrollo de las temperaturas durante el proyecto

En la Tabla 5.2.y en el Gráfico 5.2. nos muestra los datos de las humedades relativas durante los cuatro meses del ensayo, en lo que se observa que los datos descienden.



Tabla 5.2. Humedad Relativa durante el proyecto

	HR mín.	HR %	HR máx
Mayo	49,88	73,11	87,98
Junio	45,61	68,46	84,53
Julio	42,11	64,66	83,82
Agosto	40,05	63,43	80,35

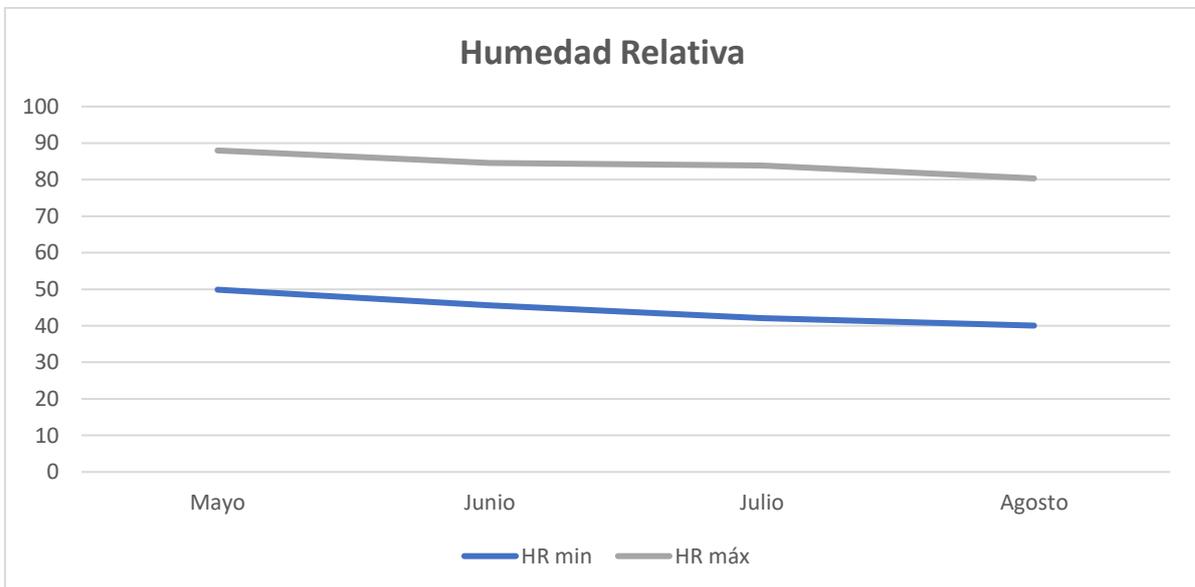


Gráfico 5.2. Humedad relativa durante el proyecto

5.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Durante el tiempo de desarrollo de este proyecto, aparecieron varias plagas en algunas de las plantas.

En la especie *Hibiscus rosa – sinensis* la primera plaga en aparecer fue, el pulgón, lo que ocasionaba muchas veces el detenimiento del crecimiento de alguno de los tallos. Una cantidad excesiva de pulgones produce que se sequen los brotes de la planta (Imagen 5.3). En ciertas ocasiones también se encontraban en los brotes de las flores, lo que impedía que éstas se abrieran (Imagen 5.1 y 5.2).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD



Imagen 5.1. Pulgón en *Hibiscus rosa-sinensis*



Imagen 5.2. Pulgón en *Hibiscus rosa-sinensis*



Imagen 5.3. Seca de brote terminal a causa de ataque de pulgones



Otra plaga fue la mosca blanca, esta no fue tan común como la nombrada anteriormente. Esta plaga se observaba en el haz y envés de la especie hibisco.



Imagen 5.4. Cochinilla algodonosa en *Hibiscus rosa – sinensis*



Imagen 5.5. Cochinilla algodonosa en *Hibiscus rosa – sinensis*

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

En la especie *Gazania sp.* la aparición de plagas y enfermedades no fue tan destacada. Solo en la última medición, se observó que una de las plantas tenía en el envés de sus hojas, mosca blanca.



Imagen 5.6. Cochinilla algodonosa en *Gazania sp.*



Imagen 5.7. Cochinilla algodonosa en *Gazania sp.*



Imagen 5.8. *Pseudococcus sp.* en *Gazania sp.*

6.RESULTADOS Y DISCUSIÓN



6.1. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN EL *HIBISCUS ROSA – SINENSIS*

6.1.1. ALTURA DE LA PLANTA

Tabla 6.3. Altura media en *Hibiscus rosa – sinensis*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	35,500 a	36,944 a	36,111 a
12/07/21	39,344 a	39,806 a	37,889 a
23/08/21	40,000 a	40,533 a	38,911 a

En la Tabla 6.3. se muestra la altura media de la planta sometida a aguas de diferente tipo, desde el comienzo de la experiencia, a mitad y a finales de la misma.

Los resultados obtenidos señalan que las pequeñas diferencias observadas entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$). A pesar de que no hubo diferencias significativas entre ellas, se observa que el tratamiento de agua testigo T2 presentó un valor más alto que los restantes. Sin embargo, el tratamiento de menor valor que se obtuvo fue de agua salada T3.

Estos datos coinciden con lo observado por (Rodríguez et al., 2005); (Sánchez - Blanco & et al., 2004), en el cual, en un ensayo realizado con la misma especie, obtuvo un menor tamaño de la altura de la planta con tratamiento con agua de mayor salinidad. También hacer constar que el tamaño del *Hibiscus rosa – sinensis* se pudo ver mermado en altura porque coincidió su cultivo con la estación más calurosa del año.

Además, coincide con lo comentado por (Munns & et al., 1995), quienes afirman que la cantidad de sales en la planta puede provocar diferentes aspectos en ella, entre ellos la aparición del estrés hídrico a causa de un descenso en el potencial hídrico de las raíces y por ese motivo, ésta no puede absorber agua ni nutrientes para seguir con su desarrollo.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

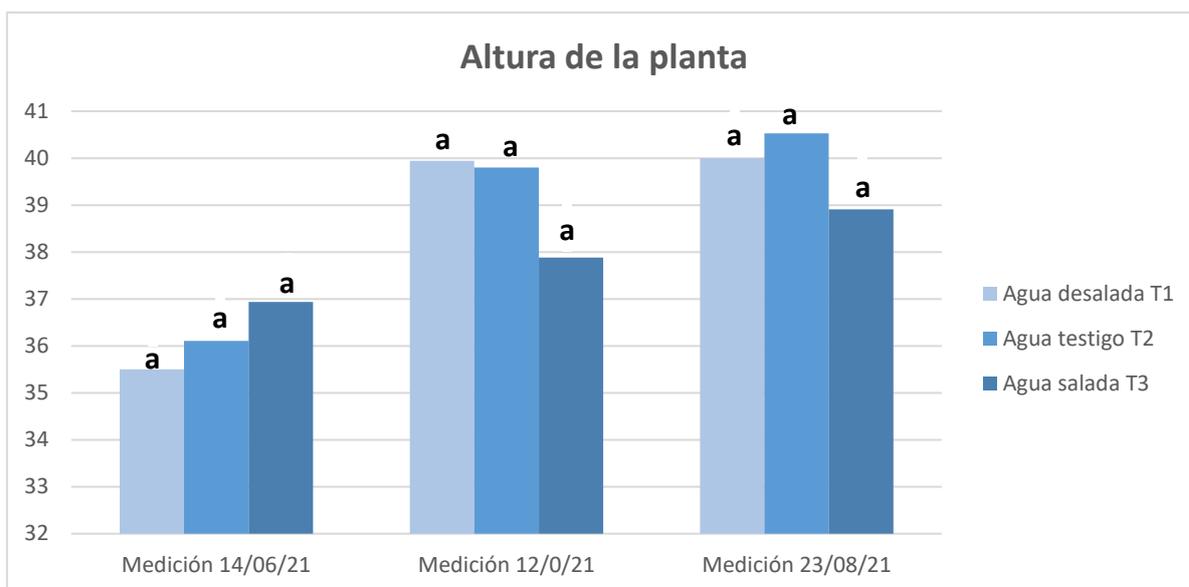


Gráfico 6.3. Altura media de las plantas

6.1.2. DIÁMETRO DE LA PLANTA

Tabla 6.4. Diámetro medio en *Hibiscus rosa – sinensis*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	42,778 a	43,639 a	43,222 a
12/07/21	43,000 a	43,528 a	45,000 a
23/08/21	44,917 a	43,861 a	45,694 a

En la Tabla 6.4. y respecto al parámetro diámetro medio, se observa que no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($p > 0,05$).

A pesar de que no existen diferencias significativas, se observa un mayor diámetro justamente con el agua salada, es decir, en el agua de rechazo. Lo que es totalmente lógico, ya que cuando una planta reduce en altura, crece en diámetro.

En el caso del agua testigo, se observa que los valores se mantuvieron en el mismo rango, mientras que en los demás tratamientos aumentaron de forma progresiva.

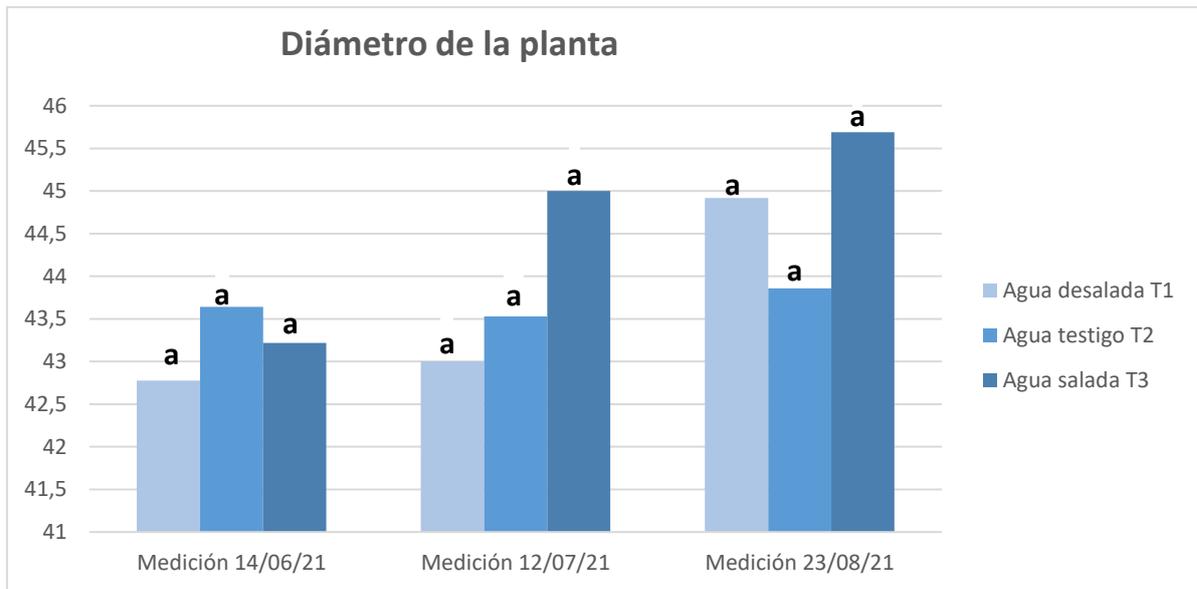


Gráfico 6.4. Diámetro medio de las plantas

6.1.3. LONGITUD DEL BROTE MARCADO

Tablas 6.5. Media de la longitud del brote marcado en *Hibiscus rosa – sinensis*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	34,583 ab	36,694 a	32,361 b
12/07/21	37,056 a	37,028 a	34,333 a
23/08/21	38,361 a	36,756 a	34,728 a

En la Tabla 6.5., se observa que en el parámetro longitud del brote marcado, si existieron diferencias significativas en la primera medición. Sin embargo, en las subsiguientes mediciones no existieron diferencias significativas. A pesar de esto, la longitud del brote fue mayor en las plantas tratadas con agua desalada.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por (Cassaniti et al., 2012), en un ensayo realizado con plantas ornamentales, las cuales tuvieron efectos producidos por la sal, como fue la reducción en su crecimiento. Además, hacer

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

constar la coincidencia de la realización del ensayo con la estación veraniega, lo que pudo haber afectado al *Hibiscus rosa – sinensis*.

El agua desalada favorece el crecimiento de esta especie a pesar de que esta agua no tenga los parámetros nutricionales óptimos que requiere la planta.

A medida que añadimos sal al agua, menos longitud de brote tiene, lo que confirma que es una especie catalogada como sensible a la salinidad según (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010).

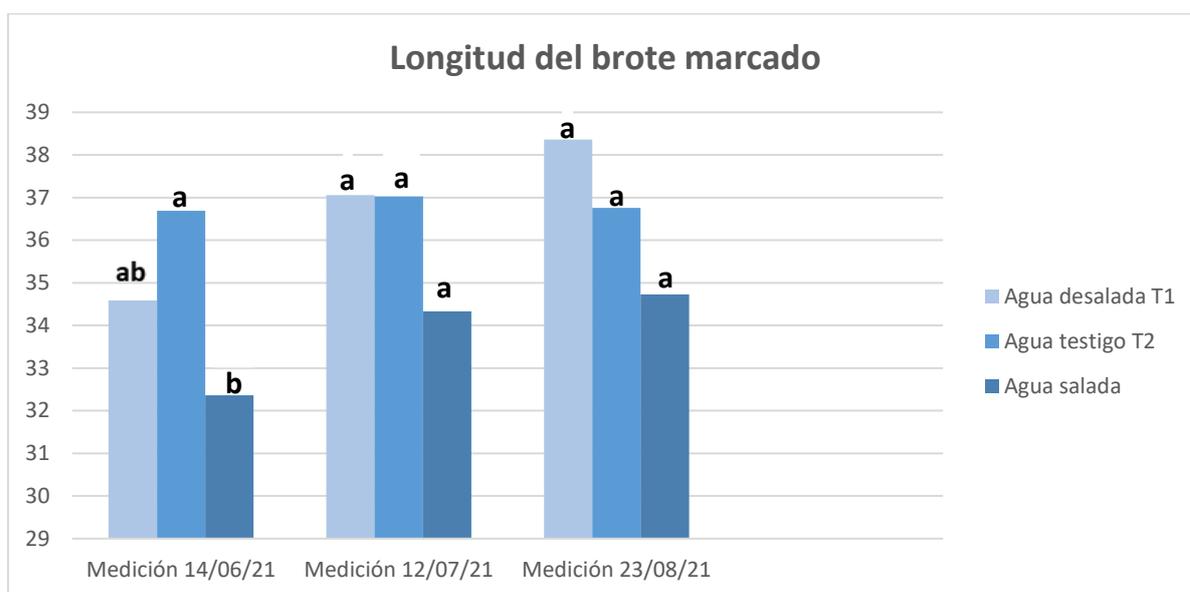


Gráfico 6.5. Medias de la longitud del brote marcado de las plantas

6.1.4. NÚMERO DE BROTES

Tabla 6.6. Media del nº de brotes en *Hibiscus rosa – sinensis*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	3,17 ab	3,83 a	1,94 b
12/07/21	1,33 a	1,00 a	1,17 a
23/08/21	2,67 a	2,33 a	4,33 a

En la Tabla 6.6. se muestra que existe diferencia significativa en la primera medición, entre el agua testigo (T2) y el agua salada (T3). Mientras que, en la



segunda medición se observa que todos los tratamientos producen una disminución en el número de brotes, siendo en la última medición, donde los valores vuelven a ascender de manera favorable, teniendo el agua salada el valor más alto en comparación con la primera medición.

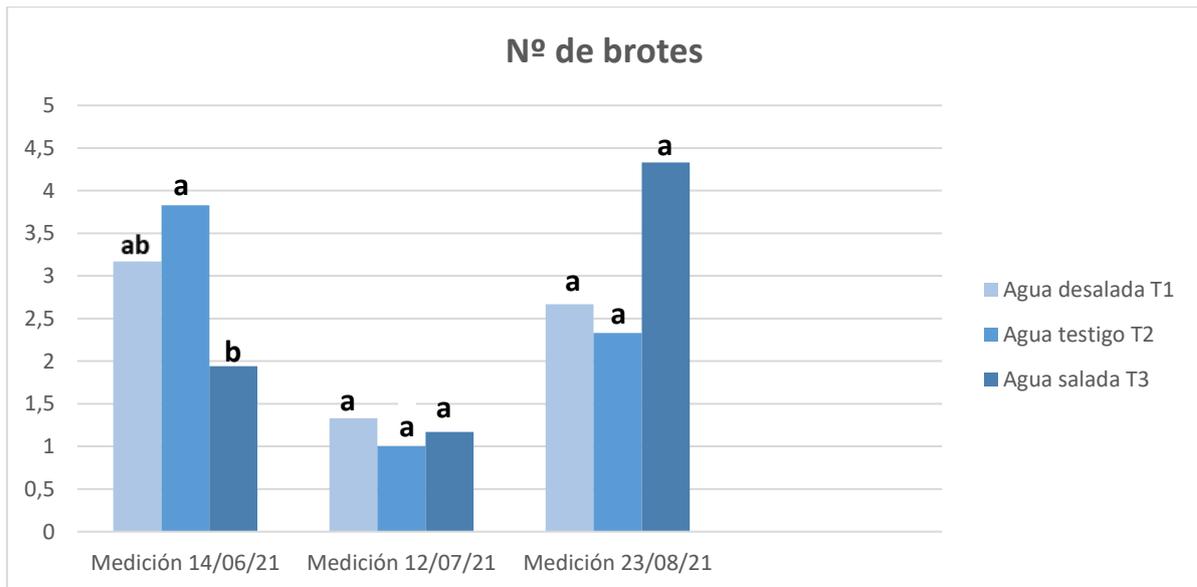


Gráfico 6.6. Medias del nº de brote en las plantas.

6.1.5. DIÁMETRO DE LA HOJA

Tabla 6.7. Diámetro medio de las hojas en *Hibiscus rosa – sinensis*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
23/08/21	5,700 a	5,450 a	5,383 a

En la tabla 6.7. se exhibe la media del diámetro de la hoja, sometida a los diferentes tratamientos. Como se puede observar no existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos, pero a pesar de que no existen diferencias, el valor más alto se obtuvo con el agua desalada (T1), mientras que el valor más bajo lo presenta el agua salada (T3).

Lo observado coincide con lo descrito por (Blum, 1986), citado por (Cassaniti et al., 2012) en su ensayo con plantas ornamentales en el cual

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

expresó que uno de los primeros síntomas en aparecer en la planta a causa del efecto osmótico en las sales es la reducción del crecimiento de las hojas y esto coincide con lo observado con el tratamiento de agua salada (T3).

Pudiendo favorecer el agua desalada al crecimiento de las hojas, en este tipo de plantas como es el Hibisco, siendo éste sensible a la salinidad.

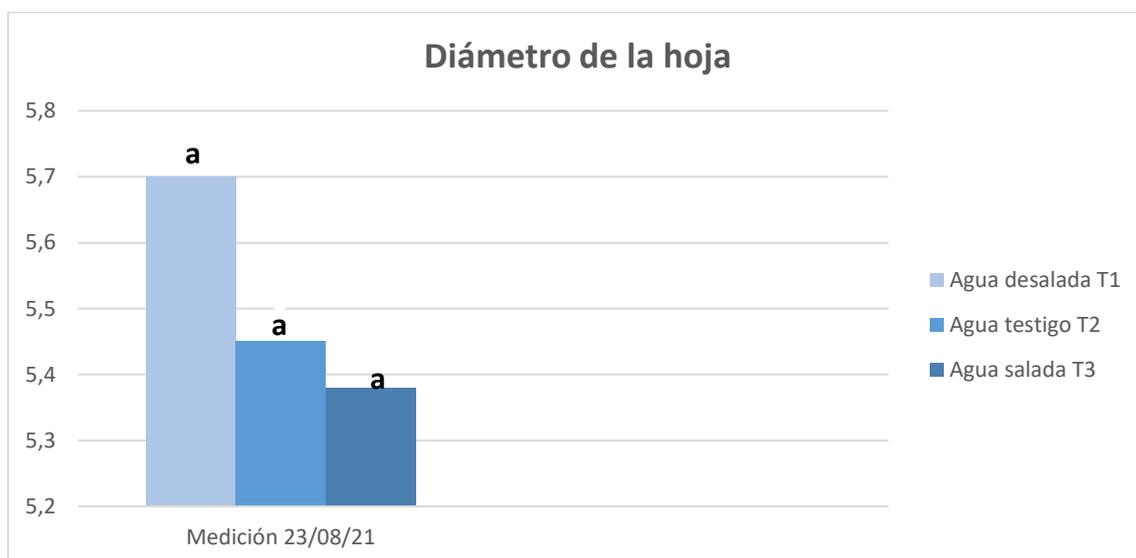


Gráfico 6.7. Diámetro medio de las plantas

6.2. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN *GAZANIA SP.*

6.2.1. ALTURA DE LA PLANTA

Tabla 6.8. Altura media en *Gazania sp.*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	17,639 a	18,250 a	18,250 a
12/07/21	19,417 a	18,639 a	18,528 a
23/08/21	19,839 a	19,289 a	19,050 a

En la Tabla 6.8 se muestra la altura media obtenida en la especie *Gazania sp.* y en dicha tabla se puede observar que no existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, siendo el mayor el obtenido con agua desalada (T1), no obstante, hacer constar que fueron valores similares entre los tres tratamientos.



Se observa que respondió ligeramente mejor al agua desalada, pero no influyó en absoluto en su crecimiento en altura.

Además, según (Niu; Rodríguez, 2006), citado por (Cassaniti *et al.*, 2012) que estudiaron el efecto de la sal en esta especie, llegaron a la conclusión de que el tamaño de esta especie no fue vigoroso, con la concentración de sales que tenía el agua, lo que coincide con lo dicho anteriormente, que el valor más bajo se obtiene con el agua salada. Aun así, la planta siendo regada con agua salada no manifiesta efectos negativos, ya que es una especie catalogada como resistente a la salinidad (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010).

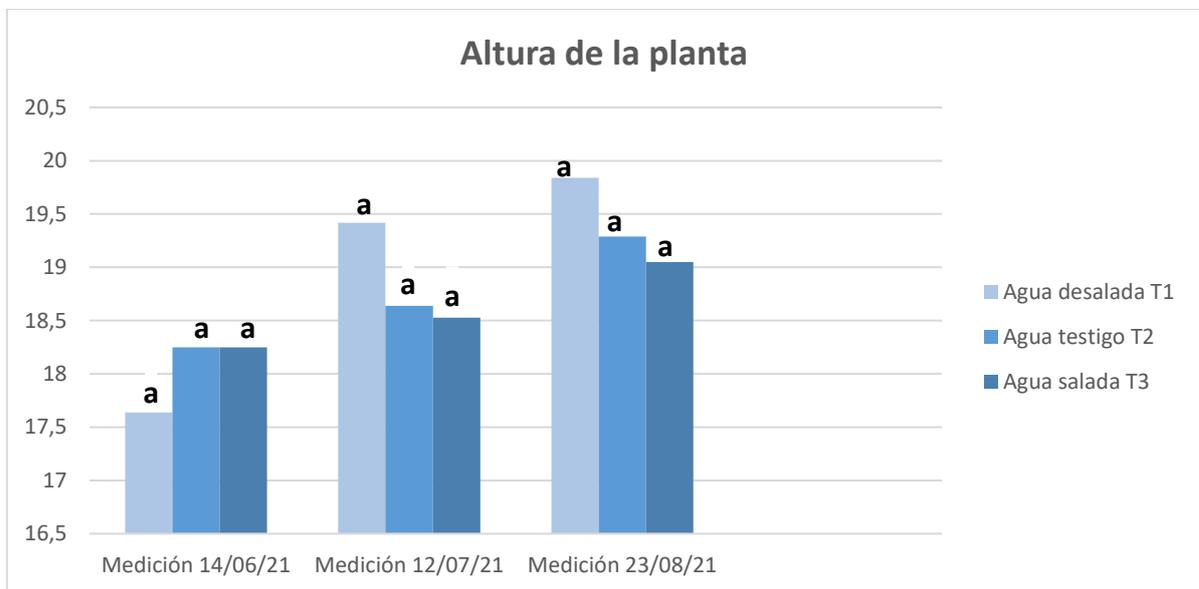


Gráfico 6.8. Altura media de las plantas

6.2.2. DIÁMETRO DE LA PLANTA

Tabla 6.9. Diámetro medio en *Gazania sp.*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	35,528 a	35,139 a	35,667 a
12/07/21	33,028 a	34,417 a	34,861 a
23/08/21	34,344 a	34,872 a	35,056 a

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

En la tabla 6.9. se muestra los valores obtenidos de diámetro medio, sometido a diferentes tratamientos de agua, pudiendo observar que no existe diferencias significativas. A pesar de esto, se observa que el valor más alto lo produce el tratamiento con agua salada, aunque los tres tuvieron valores muy próximos.

En este caso los valores más altos obtenidos con el tratamiento de agua salada, puede llegar a beneficiar a la planta ya que interesa que esta especie sea más compacta que alta.

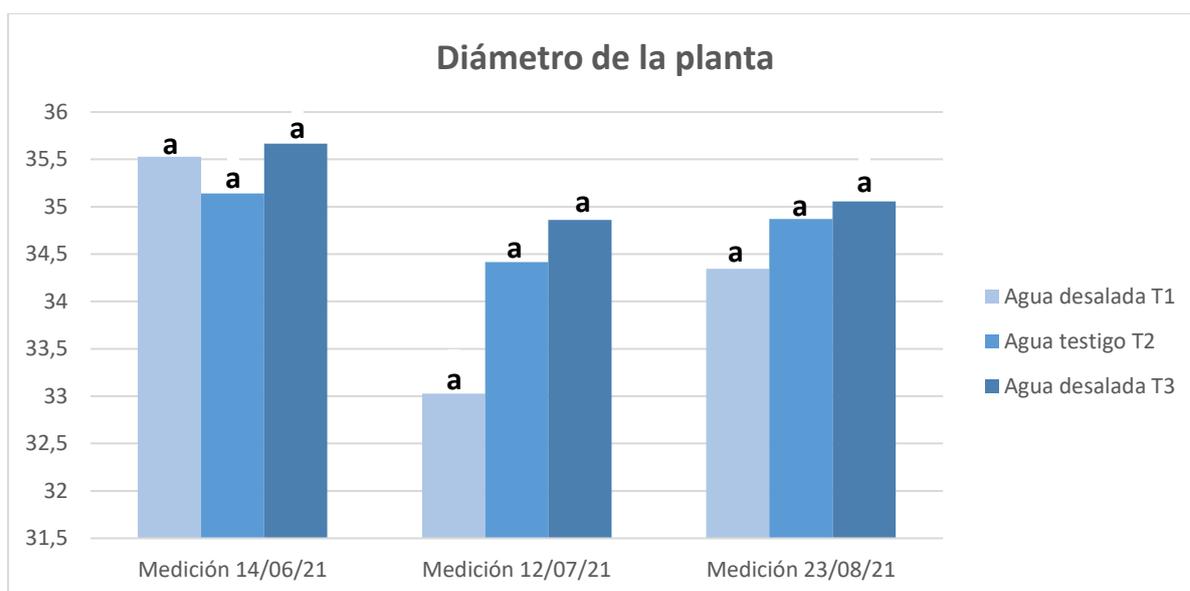


Gráfico 6.9. Diámetro medio de las plantas

6.2.3. ALTURA DEL TALLO FLORAL

Tabla 6.10. Media de la longitud de la flor en *Gazania sp.*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	13,028 a	8,611 b	9,833ab
12/07/21	15,944 a	15,306 a	12,639 a
23/08/21	14,806 a	12,611 a	14,111 a

En la tabla 6.10. se muestra los parámetros de la altura media del tallo floral, en el que se observa que no existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, a pesar de que el valor más alto lo obtuvo el agua



desalada (T1), el rango de valores obtenidos entre los demás tratamientos es muy similar. La diferencia de datos podría justificarse por la temperatura y la ubicación en la mesa. De manera cualitativa, la altura del tallo floral era mayor en la zona más sombreada en comparación con el resto de plantas que se encontraban con más intensidad lumínica.

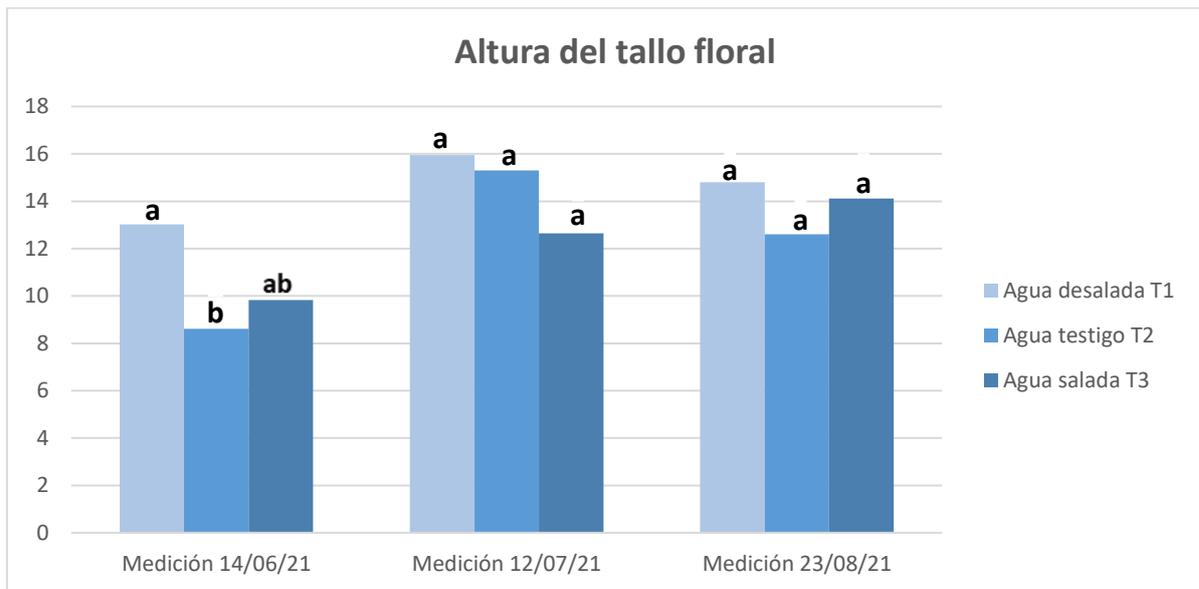


Gráfico 6.10. Media de la longitud de las plantas

6.2.4. DIÁMETRO DE LA FLOR

Tabla 6.11. Diámetro medio de la flor en *Gazania sp*

MEDICIONES	AGUA DESALADA T1	AGUA TESTIGO T2	AGUA SALADA T3
14/06/21	3,472 a	0,472 b	2,361 ab
12/07/21	5,083 a	4,528 a	4,389 a
23/08/21	3,839 a	3,056 a	4,022 a

En la Tabla 6.11. se muestra los parámetros del diámetro de la flor y se observa que el valor más elevado lo obtuvo el tratamiento de agua salada (T3).

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

Lo que confirma que la especie *Gazania sp.* sea una planta catalogada como resistente a la salinidad (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010)

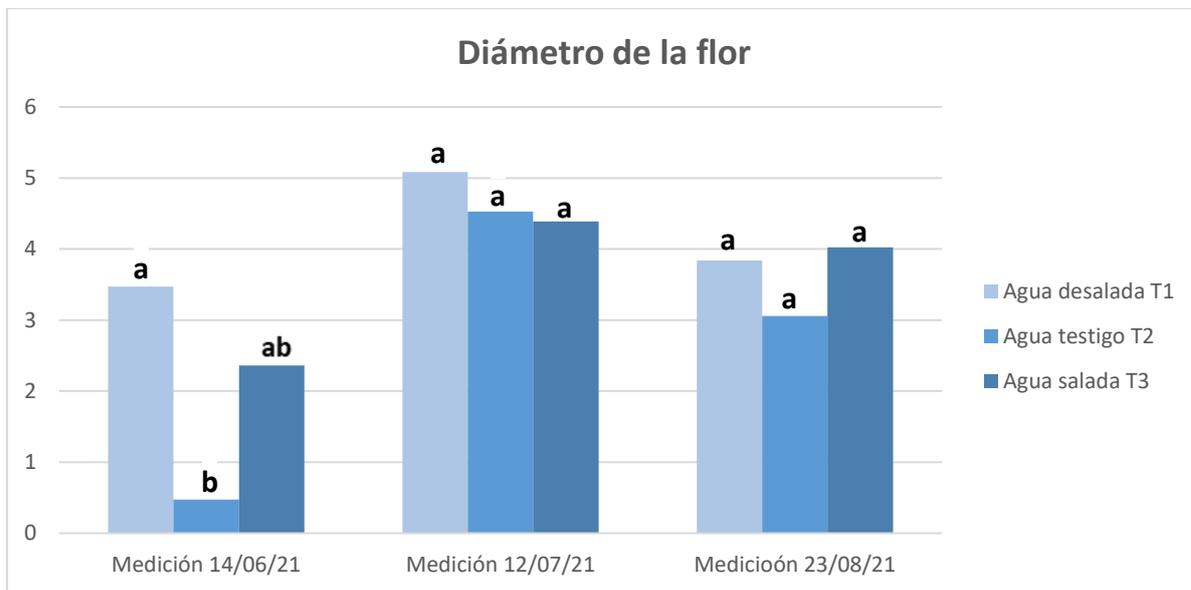


Gráfico 6.11. Diámetro medio de la flor



7. CONCLUSIONES

Hay que tener en cuenta las condiciones en las que se realizó el ensayo, en la estación veraniega, bajo invernadero, con un diseño al azar donde plantas recibían mucha intensidad lumínica y otras se encontraban en zona de sombra. Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

1. En *Hibiscus rosa – sinensis*, la altura de la planta se vio afectada por la calidad de agua que se utilizó, observándose una menor altura en el agua salada, aunque no haya diferencias significativas entre ellas.
2. En el diámetro de la planta en la especie *Hibiscus rosa – sinensis*, se observó que a pesar de que no existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, sí que se vio que las plantas presentaban un mayor diámetro con el agua salada (T3).
3. Respecto al parámetro, longitud del tallo en la especie *Hibiscus rosa – sinensis*, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, obteniéndose el valor más alto con el tratamiento de agua desalada, siendo esta característica beneficiosa para su desarrollo.
4. En el número de brotes del *Hibiscus rosa – sinensis*, no existieron diferencias significativas entre las diferentes aguas, aun así, el valor más elevado lo obtuvo el agua salada, pudiendo favorecer a la cantidad de brotes.
5. En el diámetro de la hoja en la especie *Hibiscus rosa – sinensis*, no existieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, pero el valor más alto lo tuvo el tratamiento de agua desalada, siendo esta agua óptima para el desarrollo foliar.
6. No hubo diferencias significativas para la altura, en la especie *Gazania sp.*, entre los diferentes tratamientos de agua, aunque el valor más elevado fuese para las plantas tratadas con agua desalada. Los rangos entre tratamientos fueron similares. Por lo que esta especie puede ser tratada con cualquiera de los tres tipos de agua.
7. En la *Gazania sp.*, en los parámetros relacionados con el diámetro no existieron diferencias significativas, a pesar de que el agua salada tuviera el valor más alto con respecto a las demás, los rangos entre tratamientos eran parecidos. Por lo que esta especie soporta, altas concentraciones de sales.



CONCLUSIONS

The conditions in which the test was carried out must be taken into account, being in the summer season, under a greenhouse, with a random design where plants received a lot of light intensity and others were in a shady area.

The conclusions obtained are the following:

1. In *Hibiscus rosa - sinensis*, the height of the plant was affected by the quality of water that was used, observing a lower height in the salt water, although there are no significant differences between them.
2. In the diameter of the plant in the species *Hibiscus rosa - sinensis*, it was observed that although there were no significant differences between the different treatments, it was seen that the plants had a greater diameter with salt water (T3).
3. Regarding the parameter, stem length in the *Hibiscus rosa - sinensis* species, no significant differences were observed between the different treatments, obtaining the highest value with the desalinated water treatment, this characteristic being beneficial for its development.
4. In the number of shoots of *Hibiscus rosa - sinensis*, there were no significant differences between the different waters, even so, the highest value was obtained by salty water, which could favor the number of shoots.
5. In the diameter of the leaf in the *Hibiscus rosa - sinensis* species, there were no significant differences between the different treatments, but the highest value was the desalinated water treatment, this water being optimal for foliar development.
6. There were no significant differences for height, in the *Gazania sp.* Species, between the different water treatments, although the highest value was for the plants treated with desalinated water. The ranges between treatments were similar. So this species can be treated with any of the three types of water.
7. In *Gazania sp.*, There were no significant differences in the parameters related to the diameter, despite the fact that salt water had the highest

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

value with respect to the others, the ranges between treatments were similar. For what this species supports, high concentrations of salts.



CONCLUSIÓN FINAL

Finalizado el ensayo y después de procesado los datos estadísticamente, se puede concluir que, en las condiciones en que se realizó el ensayo, ambas especies no se vieron afectadas de forma significativa por la salinidad de las aguas utilizadas ni en su crecimiento, ni en su aspecto visual.

FINAL CONCLUSION

Once the test was finished and after the data had been statistically processed, it can be concluded that, under the conditions in which the test was carried out, both species were not significantly affected by the salinity of the waters used or in their growth, or in its visual aspect.



8. BIBLIOGRAFÍA

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

- Agrios (1996).** Evaluación de tratamientos para el manejo de *Nectria sp.* en plantaciones de *Gmelina arborea* en Santa Rosa de Pocosol, Alajuela.
- Alarcón & et al. (1993).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego .
- Alarcón et al.,(1993).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Appleton, et. al., (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Ayers, & et al. (1952).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Bakker (2002).** La producción de agua desalinizada en las regiones de Murcia y Valencia. Balance de un recurso alternativo con luces y sombras.
- Baltasar Peñate, Gilberto Martel, & et al. (s.f.).** El Agua en Canarias. En *Guía del Agua en la Macaronesia Europea* (pág. 30).
- Bañón & et al. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Bernal, M. (2009).** Plagas y enfermedades de las masas forestales españolas.
- Bernstein , & et al. (1972).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Bernsteins, & Hayward. (1958).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Blum. (1986).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Boursier, & Läubli. (1989).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Boyer. (1965).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- BrainKart. (s.f.).** Obtenido de https://www.brainkart.com/article/Botanical-description-of-Hibiscus-rosa-sinensis_1003/
- Cajigas. (2012).** La producción de agua desalinizada en las regiones de Murcia y Valencia. Balance de un recurso alternativo con luces y sombras.
- Calero Pérez , & et al. (2010).** Las energías renovables y la desalación de agua de mar, pilares del desarrollo sostenible de Canarias.
- Cameron A., & et al. (2000).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina .
- Cánovas, & Cerdá. (1995).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Cassaniti et al. (2009).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Cassaniti et al. (2012).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Cassaniti, & et al., (2008).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Cassaniti, C., Romano, D., & et al. (2012).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.



- Cassaniti; Flowers; Leonardi. (2009).** El efecto del cloruro de sodio en arbustos ornamentales. 586-593.
- Cheplick, & Demetri. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Choukr- Allah. (1997).** La repuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Cirulis, & Darlington. (1963).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Clark, & Francois. (1978).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Clarkson, & Hanson. (1980).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Colmer , & et al. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Cramer, & et al. (1990).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Crescimanno. (2003).** *Informes de los grupos de trabajo técnicos Volumen II.* Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- Custodio. (2001,2005b).** La gestión de aguas subterráneas.
- Davenport. (2003).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Dévora Isiordia, & et al. (2012).** Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México.
- Díaz - Celaya, Rodríguez - Alvarado, & et al. (2011).** Identificación de especies Pythium aisladas de plantas ornamentales.
- Dobson. (1991).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Dodge, & Wu. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Dole, & Wilkins. (1999).** La respuesta de las plantas onamentales al agua de riego salina.
- Dorronsoro. (2001).** Salinidad del agua de riego.
- Dorronsoro. (2004).** Libro *Introducción a la Edafología.*
- Downton. (1985).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Dregne. (1976).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: caracterización y prognosis.
- Duranceau et al., (2011).** Antecedentes y problemática de aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.
- Eastop. (1977).** Fenotipo enano del pulgón del algodón, *Aphis gossypii* Glover.
- EEUU. (1954).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies gerbera y dalia en función de drenaje de riego.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

- Erwin, & Ribeiro. (1996).** Evaluación de productos químicos y uno biológico para el manejo de *Phytophthora spp.* en naranjo 'Salustiana' injertado en portainjerto sunki.
- FAO. (1984).** Calidad del agua y manejo de sus diferentes niveles para el óptimo rendimiento del cultivo del arroz, en el Valle de Sébaco, durante el periodo Julio-Diciembre, 2011. 202.
- FAO. (1989).** Anuario de producción Vol. 42. Roma. Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- FAO. (2006).** Problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola. Caso de estudio del canal del campo de cartagena.
- Ferguson, & Grattan. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Fernández. (1990).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Flowers & Leo, R. e. (2007).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Forti. (1986).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Fox, & et al. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Francois. (1982).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua salina de riego .
- Francois; Maas. (1982).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Fuentes. (1989).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias : Caracterización y prognosis.
- Gaertner, J. (1788).** *De Fructibus et Seminibus Plantarum.*
- García et al., (1987).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Ghermandi, & Messalem. (2009).** Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.
- Gisbert. (1991).** *Desertificación y salinidad.* Parlamento Europe, Evaluación de opciones científicas y tecnológicas. Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- González et al., (1991).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: caracterización y prognosis.
- Grafcan, V. (2021).** Obtenido de <https://visor.grafcan.es/visorweb/>
- Graham, & Picchioni. (2001).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Gratthan, & Maas. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Green, & Bukovac. (1974).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Greenway, & Munns. (1980).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego .
- Harrak, E., & et al. (2013).** Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.



- Hausbeck, & Moorman. (1996).** Botrytis cinerea Pers. en plantas ornamentales cultivadas en Argentina.
- Hesp. (1991).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Hoffman, & Jobes. (1978).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Ibrahim, & col. (1991). La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- James, & et al. (1982).** Contaminación de suelos por sales solubles.
- Jarvis. (1977).** Botrytis cinerea Pers. en plantas ornamentales cultivadas en Argentina.
- Johnson, & Whitwell. (1997).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Jordan, & et al. (2001).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Kahane, & Poljakoff- Mayber. (1968).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Kalliergeia. (s.f.).** Obtenido de <https://www.kalliergeia.com/en/chinese-hibiscus-description-care-and-uses/#>
- Kjelgren, & et al. (2000).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Kozlowski. (1997).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Lahav, & Birnhack. (2007).** Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.
- Linnaeus, C. (1753).** *Las especies de plantas.*
- López - Geta, Fornés Azcoiti, & et al. (2009).** *Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo.* Instituto Geológico y Minero de España.
- Luna Piña, Olave Velandia, & et al. (2018).** Identificación molecular y registro de Aphelenchoides spp. en cultivos comerciales de Hydrangea en Antioquia, Colombia .
- Maathuis, & Amtmann. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- MAGRAMA. (2015).** El agua desalada en los invernaderos de Almería: tecnología de regadío y efecto sobre el rendimiento y calidad del cultivo de tomate.
- Mannion, C. (2010).** La Mosca Blanca Espiral de Gumbo Limbo. Una nueva Mosca Blanca en el Sur de Florida.
- March. (2010).** La producción de agua desalinizada en las regiones de Murcia y Valencia. Balance de un recurso alternativo con luces y sombras.
- Marosz. (2004).** Efecto de la salinidad del suelo sobre la absorción de nutrientes, el crecimiento y el valor decorativo de cuatro arbustos que cubren el suelo . *Journal of Plant Nutrition* 27, 977-989.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

- Martín Peñalba. (s.f.).** Uso y problemática del agua en las Islas Canarias.
- Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al. (2010).** *Manual de riego y jardines*. Junta de Andalucía.
- Martínez - Álvarez, Martín- Gorriz, & Soto- García. (2015).** Problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola. Caso de estudio del canal del campo de cartagena.
- Martínez - Beltrán, & Koo- Oshima. (2006).** Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.
- Martínez Álvarez, V., & Martín Górriz, B. (2014).** Antecedentes y problemática de la aplicación de agua marina desalinizada al riego agrícola.
- Matsuda, & Riazi. (1981).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Mazher, A., & et al. (2007).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Meiri & et al. (1982).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Mengel & Kirkby. (1987).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Michelena & Boyer. (1982).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Ministerio de Agricultura, P. y. (2002).** *Plan Nacional de Regadíos*.
- Morales - Matos, & Pérez- González. (2000).** *Gran Atlas Temático de Canarias*. Editorial Interinsular Canaria.
- Mozafar & Oertli. (1992).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Munns & Tester. (2008).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua salina de riego.
- Munns & et al. (1982).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y daia en función del drenaje de riego.
- Munns & et al. (1995).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Munns, R., & Tester, M. (2008).** Mecanismos de tolerancia a la salinidad.
- Munns & Termatt. (1986).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Murillo- Amador, & et al. (2006).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Nakasone, & Rauch. (1980).** Propagación y cultivo de Hibiscus ornamental.
- Nees. (1816).** El Género *Alternaria*: Características morfológicas y capacidad de producción de mitoxinas.
- Neumann. (1997).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.



- Neumann, & et al., (1997).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego .
- Nieman. (1965).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Niu & Rodríguez. (2006).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Noble & Rogers. (1992).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Paranychianakis, & Chartzoulakis. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Percival. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Pérez, & col. (1975).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: caracterización y prognosis.
- Plan Hidrológico de Canarias. (2000).** Hidrografía de Canarias: Aprovechamientos subterráneos.
- Quist, et. al., (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Rains, & et al., (1980).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Ramonagr. (2004).** Tríptico Mosca Blanca.
- Rico, & et al. (1998).** La producción de agua desalinizada en las regiones de Murcia y Valencia. Balance de un recurso alternativo con luces y sombras.
- Rodríguez et al. (2005).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Rodríguez, & et al. (1991).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: caracterización y prognosis.
- Rozema. (1996).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Sadhwani, & Veza. (2007).** Desalación y consumo energético en Canarias.
- Sánchez- Blanco, & et al. (2002).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Sánchez - Blanco, & et al. (2004).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Sánchez, & et al. (2016).** *Agrosal*. Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- Sautua, Fernandez, & et al. (05 de Septiembre de 2021).** *Herbario virtual. Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires*. Obtenido de <http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar>
- Schönherr, & Bauer. (1991).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD

- Shannon, & Grieve. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Singh, & Chatrath. (2001).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Soler, & Lozano. (1988).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: caracterización y prognosis.
- Storey, & Walker. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Szabolcs. (1989).** Suelos afectados por la sal. Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- Szabolcs. (1996).** Salinización inducida en los suelos agrícolas de Canarias: Caracterización y prognosis.
- Takahashi. (1966).** Fenotipo enano del pulgón del algodón, *Aphis gossypii* Glover.
- Tanji. (1990).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Torres Corral, M. (2004).** Avances técnicos en la desalación de aguas.
- Turner, & Jones. (1980).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego .
- USEPA. (1992).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Valdéz- Aguilar, & et al. (2011).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Valencia. (2000).** Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México.
- Walker, & et al. (1981).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Wicke et al., (2011).** El potencial técnico y económico y global de la bioenergía de suelos afectados por la sal. *Ciencia de la energía y el medio ambiente*. Obtenido de <http://www.agrosal.ivia.es/extension.html>
- Wild. (1988).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Wool, & et al., (1995).** Fenotipo enano del pulgón del algodón, *Aphis gossypii* Glover.
- Wu et al. (1999).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Wu, & et al., (2001b).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.
- Wyn Jones, & Gorham. (1983).** Respuesta a la salinidad en maceta de las especies de gerbera y dalia en función del drenaje de riego.
- Younger. (2007).** La gestión de aguas subterráneas.
- Zollinger & et al., (2007).** La respuesta de las plantas ornamentales al agua de riego salina.



9.ANEXOS

ANEXO 9.2. ANÁLISIS DE AGUA DESALADA.



® Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado
ISO 9001
ISO 14001

**CANARIAS
EXPLOSIVOS, S.A.**



SERVICIO AGRONÓMICO

Análisis de agua

código artículo 8841

nº registro	29985	Solicitante	Dpto. Ingeniería Agraria ETSIA
fecha de entrada	11/06/21	Identificación de la muestra	Desalada
fecha de salida	22/06/21		

pH 7,3 C.E._{25°C} 0,31 mS/cm sales disueltas: 0,21 g/l
(estimación: TDS=0,7·CE)

Aniones	meq/L	mg/L	Cationes	meq/L	mg/L
Bicarbonatos	0,17	10,4	Calcio	0,09	1,85
Carbonatos ⁽¹⁾	-	-	Magnesio	0,11	1,4
Cloruros	2,01	71,4	Sodio	2,10	48,3
Sulfatos	0,038	1,8	Potasio	0,06	2,3

(1) pH=7,3

Nitratos	<0,2 mgNO ₃ /L	n.d.	mgNO ₃ /L	Amonio	mgNH ₄ /L	mgNH ₄ /L
Fosfatos	mgP/L		mgH ₂ PO ₄ /L			

Otras determinaciones			Micronutrientes (mg/L)	
Silice	mg SiO ₂ /L		Boro	
Flúor	mg F/L		Hierro	
Nitritos	mg NO ₂ /L		Manganeso	
Carbono Orgánico Disuelto			Cobre	
Sólidos totales en suspensión			Zinc	
Carbonato sódico residual meq/L		0,0	Suma de aniones	2,2
SAR 6,6	SAR ajustado	-3,5	Suma de cationes	2,4
Dureza (°F = 1/10 x mg CaCO ₃ /L)	1,0	Muy blanda	Fiabilidad %	97,0

SERVICIO AGRONÓMICO

Políg. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife
Tfn.: 922 59 69 03 Ext. 2 - Fax: 922 59 66 03 - laboratorio@canariasexplosivos.es
www.canariasexplosivos.es


Fdo. José Luis Cruz García
Químico colegiado nº 448 Canarias

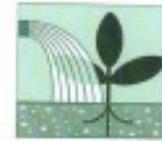
ANEXO 9.3. ANÁLISIS AGUA TESTIGO



® Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado
ISO 9001
ISO 14001

**CANARIAS
EXPLOSIVOS, S.A.**



SERVICIO AGRONÓMICO

Análisis de agua

código artículo 8841

nº registro	29986	Solicitante	Dpto. Ingeniería Agraria ETSIA
fecha de entrada	11/06/21	Identificación de la muestra	Testigo
fecha de salida	22/06/21		

pH 9,0 C.E._{25°C} 1,03 mS/cm sales disueltas: 0,72 g/l
(estimación: TDS=0,7 CE)

Aniones	meq/L	mg/L	Cationes	meq/L	mg/L
Bicarbonatos	9,87	602,1	Calcio	0,78	15,54
Carbonatos ⁽¹⁾	1,05	31,5	Magnesio	5,02	61,0
Cloruros	0,58	20,4	Sodio	5,35	123,0
Sulfatos	0,32	15,6	Potasio	0,70	27,2

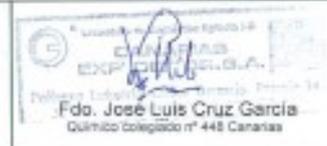
(1) pH p final 8,3

Nitratos	5,8 mgNO ₃ /L	0,09 meqNO ₃ /L	Amonio	mgNH ₄ /L	meqNH ₄ /L
Fosfatos	mgP/L	meqH ₂ PO ₄ /L			

Otras determinaciones		Micronutrientes (mg/L)	
Silice	mg SiO ₂ /L	Boro	
Flúor	mg F/L	Hierro	
Nitritos	mg NO ₂ /L	Manganeso	
Carbono Orgánico Disuelto		Cobre	
Sólidos totales en suspensión		Zinc	
Carbonato sódico residual meq/L	5,1	Suma de aniones	11,9
SAR 3,1 SAR ajustado	8,2	Suma de cationes	11,8
Dureza (°F = 1/10 x mg CaCO ₃ /L)	29,0 Medida en meq/L	Fiabilidad %	99,7

SERVICIO AGRONÓMICO

Polig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife
Tfno.: 922 59 69 03 Ext. 2 - Fax: 922 59 66 03 - laboratorio@canariasesplosivos.es
www.canariasesplosivos.es



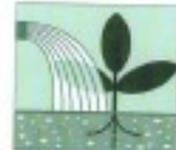
ANEXO 9. 4. ANÁLISIS AGUA SALADA O DE RECHAZO



® Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado
ISO 9001
ISO 14001

**CANARIAS
EXPLOSIVOS, S.A.**



SERVICIO AGRONÓMICO

Análisis de agua

código artículo 8841

nº registro	29984	Solicitante	Dpto. Ingeniería Agraria ETSIA
fecha de entrada	11/05/21	Identificación de la muestra	Salada
fecha de salida	22/06/21		

pH 9,0 C.E.-25°C 1,71 m-S/cm sales disueltas: 1,20 g/l
(estimación: TDS=0,7·CE)

Aniones	meq/L	mg/L	Cationes	meq/L	mg/L
Bicarbonatos	17,40	1061,4	Calcio	0,65	13,10
Carbonatos ⁽¹⁾	1,72	51,6	Magnesio	8,80	106,9
Cloruros	1,15	40,9	Sodio	9,63	221,6
Sulfatos	0,60	28,6	Potasio	1,26	49,5

(1) pH > 8,3

Nitratos	5,7 mgNO ₃ /L	0,09 meqNO ₃ /L	Amonio	mgNH ₄ ⁺ /L	meqNH ₄ ⁺ /L
Fosfatos	mgP/L	meqH ₂ PO ₄ ⁻ /L			

Otras determinaciones

Silice	mg SiO ₂ /L
Flúor	mg F/L
Nitritos	mg NO ₂ ⁻ /L
Carbono Orgánico Disuelto	
Sólidos totales en suspensión	

Micronutrientes (mg/L)

Boro
Hierro
Manganeso
Cobre
Zinc

Carbonato sódico residual meq/L	9,7	Suma de aniones	21,0
SAR 4,4 SAR ajustado	13,4	Suma de cationes	20,3
Dureza (°F = 1/10 x mg CaCO ₃ /L)	47,3 Duro	Fiabilidad %	98,5

SERVICIO AGRONÓMICO

Polig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife
Tfno.: 922 59 69 03 Ext. 2 - Fax: 922 59 66 03 - laboratorio@canariasexplosivos.es
www.canariasexplosivos.es

Fdo. José Luis Cruz García
Químico colegiado nº 446 Canarias

ANEXO 9.5. TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN *HIBISCUS – ROSA SINENSIS* Y *GAZANA SP.*



Especie	Ke	Tolerancia a Salinidad (dS/m)	Tolerancia al encharcamiento	Tipo de especie
<i>Gaultheria procumbens</i>	0.80		Baja	ArP
☉ <i>Gazania pavonia</i>	0.50	8-10	Media	V / T
☉ <i>Gazania splendens</i>	0.50	8-10	Media	V / T
☉ <i>Gazania x hybrida</i>	0.50	8-10	Media	V / T
☉ <i>Genista cinerea</i>	0.40		Baja	ArP
☉ <i>Genista hispanica</i>	0.40		Baja	ArP / T
☉ <i>Genista ramosissima</i>	0.40		Baja	ArP
☉ <i>Genista scorpius</i>	0.40		Baja	ArP
☉ <i>Genista spartioides</i>	0.40		Baja	ArP
<i>Geranium sanguinum</i>	0.50			PF
☉ <i>Ginkgo biloba</i>	0.50		Baja	AC
☉ <i>Gleditsia triacanthos</i>	0.25	8-10	Alta	AC
☉ <i>Globularia alypum</i>	0.40			ArP / T
☉ <i>Globularia cordifolia</i>	0.40			ArP / T
☉ <i>Graptopetalum spp.</i>	0.26			S
☉ <i>Grevillea robusta</i>	0.32		Baja	AP
☉ <i>Grevillea rosmarinifolia</i>	0.20		Media	ArP
☉ <i>Grevillea tHemanniana</i>	0.30			ArP
<i>Grewia occidentalis</i>	0.50			ArC
☉ <i>Gypsophila paniculata</i>	0.38		Baja	PF
<i>Hamamelis virginiana</i>	0.50		Baja	ArC
☉ <i>Haworthia spp.</i>	0.20			S
<i>Hebe spp.</i>	0.50		Baja	ArP
<i>Hedera canariensis</i>	0.50	2-4	Baja	PT / T
<i>Hedera colchica</i>	0.40		Baja	PT / T
☉ <i>Hedera Hix</i>	0.50	2-4	Baja	PT / T
<i>Hedychium gardnerianum</i>	0.72			PF
☉ <i>Hianthemum nummularium</i>	0.20		Media	ArP / T
☉ <i>Hychirusum bracteatum</i>	0.20			PA
<i>Hiotropum arborescens</i>	0.50		Media	ArP
☉ <i>Hiotropum peruvianum</i>	0.40			PT
<i>Hleborus spp.</i>	0.50			PF
<i>Hemerocallis spp.</i>	0.50		Media	V / PA / PF
<i>Heuchera sanguinea</i>	0.50			T / PF
<i>Hibbertia scandens</i>	0.50			PT
<i>Hibiscus mutabilis</i>	0.50		Media	ArP
☉ <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.56	2-4	Media	ArP
☉ <i>Hibiscus syriacus</i>	0.45		Baja	ArC

Fuente: (Martín Rodríguez, Ávila Alabarces, & et al., 2010)

ANEXO 9.6. ANÁLISIS FOLIAR DEL *HIBISCUS ROSA -SINENSIS*

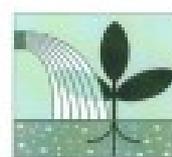




® Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado
ISO 9001
ISO 14001

**CANARIAS
EXPLOSIVOS, S.A.**



SERVICIO AGRONÓMICO

código artículo 8848

Análisis Foliar

Solicitante	Dpto. Ingeniería Agraria ETSIA	nº registro	29992
Identificación de la muestra	Hibiscus	fecha entrada	11/06/21
		fecha salida	07/07/21
	cultivo: ornamentales		

Macroelementos %

Nitrógeno 3,74

Fósforo 0,38

Potasio 1,90

Calcio 3,20

Magnesio 0,38

Microelementos mg/Kg

Hierro 235

Manganeso 149

Cobre 4,0

Zinc 24

Boro 35

Otras determinaciones

Sodio %

Cloruro %

SERVICIO AGRONÓMICO

Poig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Ser. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife
Tfno.: 922 59 69 03 - Ext. 2 - Fax: 922 59 66 03 - laboratorio@canariasexplosivos.es
www.canariasexplosivos.es

P. D.





ANEXO 9.7. ANÁLISIS FOLIAR DE LA *GAZANIA SP.*

VALORACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE AGUA SOBRE EL *Hibiscus rosa-sinensis* y *Gazania sp.*, CON DISTINTO GRADO DE RESISTENCIA A LA SALINIDAD



® Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I + D

Certificado
ISO 9001
ISO 14001

**CANARIAS
EXPLOSIVOS, S.A.**



SERVICIO AGRONÓMICO

Análisis Foliar

código artículo 6848

Solicitante	Dpto. Ingeniería Agraria ETSIA	nº registro	29989
Identificación de la muestra	Gazania	fecha entrada	11/06/21
		fecha salida	07/07/21
	cultivo: ornamentales		

Macroelementos %

Nitrógeno 2,63

Fósforo 0,17

Potasio 4,84

Calcio 1,22

Magnesio 0,42

Microelementos mg/Kg

Hierro 205

Manganeso 63

Cobre < 1

Zinc 19

Boro 44

Otras determinaciones

Sodio %

Cloruro %

SERVICIO AGRONÓMICO

Pollig. Ind. Cueva Bermeja, Vía Serv. Puerto, P.14 - 38180 Santa Cruz de Tenerife
Tfno.: 922 59 69 03 Ext. 2 - Fax: 922 59 68 03 - laboratorio@canariasexplosivos.es
www.canariasexplosivos.es

