

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



*“EFECTO DE VEINTE NIVELES DE SALINIDAD  
DEL AGUA DE RIEGO EN LOS INDICADORES AGRONÓMICOS  
DEL CULTIVO DE ACELGA EN LA COSECHA”*

*TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA*

*MARCIO ALFONSO SALAVERRY FOGNOLI*

*LIMA-PERÚ*

*2014*

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	GENERALIDADES .....	1
1.2	OBJETIVOS .....	3
1.2.1	Objetivo general.....	3
1.2.2	Objetivos específicos .....	3
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1	SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO .....	4
2.2	EFFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS .....	6
2.3	INVESTIGACIÓN Y USO DE AGUAS SALINAS EN CULTIVOS .....	10
2.4	INVESTIGACIONES EN MACETAS CON EXCESO DE SALES .....	14
2.5	CULTIVO DE ACELGA.....	16
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1	MATERIALES .....	18
3.1.1	Ubicación del campo experimental.....	18
3.1.2	Agua.....	19
3.1.3	Suelo .....	19
3.1.4	Semillas.....	21
3.1.5	Materiales de campo .....	21
3.1.6	Equipo de laboratorio.....	21
3.2	PROCEDIMIENTO .....	22
3.2.1	Metodología experimental .....	22
3.2.2	Preparación de macetas.....	22
3.2.3	Siembra .....	23
3.2.4	Preparación de las soluciones salinas .....	23
3.2.5	Aplicación de las soluciones salinas como agua de riego .....	23
3.2.6	Manejo de plagas .....	24
3.2.7	Determinación del pH y conductividad eléctrica del suelo .....	25
3.2.8	Determinación del tamaño de la planta.....	26
3.2.9	Determinación de peso fresco y seco de hojas, tallo y raíces .....	26
3.2.10	Humedad.....	27

3.2.11	Análisis foliar.....	27
3.2.12	Análisis estadístico .....	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1	PESO DE MATERIA FRESCA Y SECA .....	28
4.1.1	Peso total de la materia fresca.....	28
4.1.2	Peso aéreo (tallo y hojas) de la materia fresca.....	30
4.1.3	Peso subterráneo (raíz) de la materia fresca .....	32
4.1.4	Peso total de la materia seca .....	34
4.1.5	Peso aéreo (tallo y hojas) de la materia seca .....	36
4.1.6	Peso subterráneo (raíz) de la materia seca .....	38
4.2	ALTURA DE LAS PLANTAS.....	40
4.3	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	42
4.3.1	Contenido de humedad total .....	42
4.3.2	Contenido de humedad de la parte aérea (tallo y hojas).....	43
4.3.3	Contenido de humedad de la parte subterránea (raíz).....	45
4.4	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS .....	47
4.4.1	Concentración de calcio (%).....	47
4.4.2	Concentración de magnesio (%) .....	49
4.4.3	Concentración de sulfatos (%).....	50
4.4.4	Concentración de sodio (%).....	52
4.4.5	Relación Na/Ca .....	54
4.4.6	Relación Na/Mg.....	56
4.4.7	Relación Na/Ca+Mg .....	57
4.5	RELACION ENTRE LAS VARIABLES Y NIVELES DE SALINIDAD .....	59
4.6	VARIACIÓN DEL pH Y DE LA SALINIDAD DEL SUELO.....	63
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1	CONCLUSIONES .....	66
5.2	RECOMENDACIONES .....	67
VI.	BIBLIOGRAFIA .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01: Clasificación Richards, U.S Salinity Laboratory (Riverside, California)</b>	<b>4</b>
<b>Tabla N° 02: Clasificación Comité de Consultores U.C</b>	<b>5</b>
<b>Tabla N° 03: Clasificación de la FAO</b>	<b>6</b>
<b>Tabla N° 04: Datos climáticos</b>	<b>18</b>
<b>Tabla N° 05: Análisis de rutina del agua</b>	<b>19</b>
<b>Tabla N° 06: Análisis de caracterización del suelo</b>	<b>20</b>
<b>Tabla N° 07: Tratamientos con niveles de salinidad</b>	<b>22</b>
<b>Tabla N° 08: Peso total (hojas, tallo y raíz) de la materia fresca</b>	<b>28</b>
<b>Tabla N° 09: Peso aéreo (hojas y tallo) de la materia fresca</b>	<b>30</b>
<b>Tabla N° 10: Peso subterráneo (raíces) de la materia fresca</b>	<b>32</b>
<b>Tabla N° 11: Peso total (tallo, hojas y raíz) de la materia seca</b>	<b>34</b>
<b>Tabla N° 12: peso aéreo (tallo y hojas) de la materia seca</b>	<b>36</b>
<b>Tabla N° 13: peso subterráneo (raíces) de la materia seca</b>	<b>38</b>
<b>Tabla N° 14: altura de planta (tallo y hojas)</b>	<b>40</b>
<b>Tabla N° 15: contenido de humedad total (hojas, tallo y raíz)</b>	<b>42</b>
<b>Tabla N° 16: contenido de humedad de la parte aérea (hojas y tallo)</b>	<b>44</b>
<b>Tabla N° 17: contenido de humedad de la parte subterránea (raíces)</b>	<b>46</b>
<b>Tabla N° 18: concentración de calcio</b>	<b>48</b>
<b>Tabla N° 19: concentración de magnesio</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N° 20: concentración de sulfatos</b>	<b>51</b>
<b>Tabla N° 21: concentración de sodio</b>	<b>53</b>
<b>Tabla N° 22: relación Na/Ca</b>	<b>55</b>
<b>Tabla N° 23: relación Na/Mg</b>	<b>56</b>
<b>Tabla N° 24: relación Na/Ca+Mg</b>	<b>58</b>
<b>Tabla N° 25: variación de resultados del nivel de salinidad de 18 ds/m con respecto al tratamiento 1</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01: Trasplante de las plántulas de acelga</b>	<b>23</b>
<b>Figura N° 02: Control del nivel de salinidad en los tratamientos</b>	<b>23</b>
<b>Figura N° 03: Aplicación de la dosis de riego</b>	<b>24</b>
<b>Figura N° 04: Plutella xylostella</b>	<b>24</b>
<b>Figura N° 05: Control de plagas</b>	<b>25</b>
<b>Figura N° 06: Toma de muestra de suelos</b>	<b>25</b>
<b>Figura N° 07: Obtención del extracto de saturación</b>	<b>25</b>
<b>Figura N° 08: Determinación del tamaño de la planta</b>	<b>26</b>
<b>Figura N° 09: Determinación del peso fresco total</b>	<b>26</b>
<b>Figura N° 10: Determinación del peso seco total</b>	<b>27</b>
<b>Figura N° 11: Comportamiento del peso fresco total promedio de cada tratamiento</b>	<b>29</b>
<b>Figura N° 12: Comportamiento del peso fresco aéreo promedio de cada tratamiento</b>	<b>31</b>
<b>Figura N° 13: Comportamiento del peso fresco sub. promedio de cada tratamiento</b>	<b>33</b>
<b>Figura N° 14: Comportamiento del peso total seco promedio de cada tratamiento</b>	<b>35</b>
<b>Figura N° 15: Comportamiento del peso seco aéreo promedio de cada tratamiento</b>	<b>37</b>
<b>Figura N° 16: Comportamiento del peso seco sub. promedio de cada tratamiento</b>	<b>39</b>
<b>Figura N° 17: Comportamiento de la altura promedio de cada tratamiento</b>	<b>41</b>
<b>Figura N° 18: Contenido de humedad total promedio de cada tratamiento</b>	<b>43</b>
<b>Figura N° 19: Contenido de humedad promedio aérea de cada tratamiento</b>	<b>45</b>
<b>Figura N° 20: Contenido de humedad promedio subterránea de cada tratamiento</b>	<b>45</b>
<b>Figura N° 21: Concentración de Ca promedio de cada tratamiento</b>	<b>47</b>
<b>Figura N° 22: Concentración de Mg promedio de cada tratamiento</b>	<b>50</b>
<b>Figura N° 23: Concentración de S-<math>\text{So}_4^{-2}</math> promedio de cada tratamiento</b>	<b>52</b>
<b>Figura N° 24: Concentración de Na promedio de cada tratamiento</b>	<b>52</b>
<b>Figura N° 25: Relación Na/Ca promedio de cada tratamiento</b>	<b>54</b>

<b>Figura N° 26: Relación Na/Mg promedio de cada tratamiento</b>	<b>57</b>
<b>Figura N° 27: Relación Na/Ca+Mg promedio de cada tratamiento</b>	<b>59</b>
<b>Figura N° 28: Peso freso total vs niveles de salinidad</b>	<b>60</b>
<b>Figura N° 29: Peso freso aéreo vs niveles de salinidad</b>	<b>60</b>
<b>Figura N° 30: Peso freso subterráneo vs niveles de salinidad</b>	<b>61</b>
<b>Figura N° 31: Peso seco total vs niveles de salinidad</b>	<b>61</b>
<b>Figura N° 32: Peso seco aéreo vs niveles de salinidad</b>	<b>62</b>
<b>Figura N° 33: Peso seco subterráneo vs niveles de salinidad</b>	<b>62</b>
<b>Figura N° 34: Altura vs niveles de salinidad</b>	<b>63</b>
<b>Figura N° 35: Variación de la salinidad del suelo durante la prueba</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 01: Análisis de varianza del peso total materia fresca</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO 02: Prueba de Duncan del peso total materia fresca</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 03: Análisis de varianza del peso aéreo materia fresca</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 04: Prueba de Duncan del peso aéreo materia fresca</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 05: Análisis de varianza del peso subterráneo materia fresca</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO 06: Prueba de Duncan del peso subterráneo materia fresca</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 07: Análisis de varianza del peso total materia seca</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 08: Prueba de Duncan del peso total materia fresca</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO 09: Análisis de varianza del peso aéreo materia seca</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 10: Prueba de Duncan del peso aéreo materia seca</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 11: Análisis de varianza del peso subterráneo materia seca</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 12: Prueba de Duncan del peso subterráneo materia fresca</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO 13: Análisis de varianza de la altura de planta</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO 14: Prueba de Duncan de la altura de planta</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO 15: Análisis de varianza del contenido de humedad total</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO 16: Análisis de varianza del contenido de humedad aérea</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 17: Análisis de varianza del contenido de humedad subterráneo</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO 18: Prueba de Duncan del contenido de humedad subterráneo</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO 19: Análisis de varianza del contenido de calcio (%)</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO 20: Prueba de Duncan del contenido de calcio (%)</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 21: Análisis de varianza del contenido de magnesio (%)</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO 22: Análisis de varianza del contenido de sulfatos (%)</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO 23: Prueba de Duncan del contenido de sulfatos (%)</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 24: Análisis de varianza del contenido de sodio (%)</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 25: Prueba de Duncan del contenido de sodio (%)</b>	<b>108</b>

**ANEXO 26: Análisis de varianza de la relación Na/Ca**

**ANEXO 27: Prueba de Duncan de la relación Na/Ca**

**ANEXO 28: Análisis de varianza de la relación Na/Mg**

**ANEXO 29: Prueba de Duncan de la relación Na/Mg**

**ANEXO 30: Análisis de varianza de la relación Na/Ca+Mg**

**ANEXO 31: Prueba de Duncan de la relación Na/Ca+Mg**

**ANEXO 32: Conductividad eléctrica y pH del suelo**

**ANEXO 33: Resumen peso fresco**

**ANEXO 34: resumen peso seco**

**ANEXO 35: Resumen altura de planta**



# **EFFECTO DE VEINTE NIVELES DE SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN LOS INDICADORES AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE ACELGA EN LA COSECHA**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

La crisis mundial de alimentos ha estado siempre en las agendas de los gobiernos. Se llegó a pensar que algunas de las causas principales eran el aumento significativo de la población, el cambio climático que afectaría a los países productores por el cambio brusco del régimen de lluvias (ofertando menos comida), reducción en la producción industrial de la agricultura por la poca rentabilidad que ofrecía el sector, deficiente distribución de la comida debido a que se pierde por mala manipulación de la cosecha, deficiente almacenamiento o por decisiones de los comerciantes de botarla y evitar distorsiones en los precios. Sin embargo, unas de las variables que no se previó era que la comida que se producía tendría, además de la ganadería y avicultura, un competidor adicional: los agrocombustibles. Estos crean dos fenómenos que marchan juntos: alimentos escasos, debido a que las cosechas de maíz, arroz, trigo, soya y caña de azúcar son destinados para la producción de etanol; y terrenos que antes eran usados para cultivos alimenticios son utilizados para biomasa para la producción de biocombustible.

Esto incrementa el número de países que presentan problemas de seguridad alimentaria. Todos pertenecientes al mundo sub-desarrollado. Habitantes con el afán de conseguir alimentos, crean técnicas predatorias del suelo y arrasamiento del bosque que hacen que la miseria se reproduzca a velocidades inverosímiles. Cada vez habrá menos posibilidades en los países pobres de alimentar a sus habitantes. Como consecuencia de ellos surge el otro fenómeno que viene a ser el precio elevado de los alimentos.

En el Perú la mayor parte de los problemas de salinidad son por causas antropogénicas como mal drenaje (obras incompletas y/o mal construidas), salinidad por prácticas de riego inadecuado, cultivos de alto consumo de agua y en general módulos de riego

elevados, en áreas degradadas insuficiente riego y alta salinidad natural, riego con agua muy salina y/o elevado ascenso capilar.

Esto conlleva a que se tengan que aplicar técnicas para recuperación de los suelos afectados por la alta concentración de sales, como la aplicación de una dosis fuerte de agua, pero se complica porque este recurso se está volviendo cada vez más escaso. Además, los costos se incrementan ya que se debe de implementar redes de drenaje para poder evacuar el agua que termina lavando las sales del suelo y así evitar que el nivel del agua subterránea se acerque a la superficie (si es que esta se encuentra a pocos metros de profundidad de la superficie), que ocurra el ascenso capilar y se depositen las sales nuevamente; o aplicar enmiendas que se vuelve antieconómico cuando se tiene un número grande de hectáreas.

Por otro lado, se puede dar el caso que se tenga agua de riego salina, una napa freática a poca profundidad o la permeabilidad del suelo es deficiente y resulta que no sea factible económicamente mantener el suelo con una salinidad baja. En estas circunstancias se tendría que hacer una juiciosa selección de los cultivos que puedan presentar mejores rendimientos bajo condiciones de salinidad.

Las investigaciones que se están realizando hoy en día están orientadas, más que a mitigar el problema, a buscar poder convivir con él y en otros casos sacarle provecho hasta volviéndolo económicamente viable. Por ejemplo, se tienen proyectos de investigación dirigidos a estudiar la respuesta de determinadas plantas halófitas, con una alta tolerancia a la salinidad, a distintos reguladores del crecimiento que se les aplican. Esto va a permitir poder utilizar cultivos que no poseen ningún valor alimenticio y/o nutritivo para poder cultivarlos en suelos que se encuentran degradados por las sales, para que al final de su periodo vegetativo puedan cosecharse y utilizarlos como biomasa para la producción de biocombustible, dejando los suelos en buen estado para los cultivos alimenticios que son destinados para contribuir con la seguridad alimenticia de la población. Se debe realizar cambios en el metabolismo de este grupo de vegetales y hacer estudios de cultivos con valor alimenticio y rentable que puedan presentar tolerancia a medios salinos para cambiar el régimen de cultivo y así aprovechar terrenos con un alto contenido en sales para nuevos rendimientos agrícolas y lograr rentabilidad.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

**Evaluar el efecto de veinte niveles de salinidad del agua de riego en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga en la cosecha.**

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- **Determinar en qué nivel de salinidad del agua de riego los indicadores agronómicos de la etapa de cosecha del cultivo de acelga comienzan a ser afectados de manera significativa.**
- **Determinar la relación existente entre la conductividad eléctrica del agua de riego y los indicadores agronómicos de la cosecha del cultivo de acelga.**
- **Determinar y estudiar la variación de la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo durante el periodo vegetativo del cultivo.**

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO

El agua que se utiliza para riego contiene siempre cantidades apreciables de sustancias disueltas que, por designación general, se les denomina sales. Además, contiene cantidades pequeñas pero importantes de sólidos disueltos provenientes de la disolución o erosión de rocas y suelo, así como indicios de cal, yeso y otras fuentes de sales, a consecuencia del paso o infiltración del agua por determinados terrenos.

Para que el agua sea idónea para el riego dependerá de la cantidad y la clase de sales que contenga. Con aguas de mala calidad para el riego se pueden producir complicaciones tanto para el suelo como para el cultivo. Ante este hecho puede que haya que recurrir a prácticas de cultivos especiales, a fin de mantener la plena productividad del cultivo. Con agua de buena calidad no se presentan casi ningún problema o, simplemente no se presentan.

Un problema de salinidad relacionado a la calidad de agua ocurre cuando la cantidad de sales del agua de riego es suficientemente elevada para que las sales se acumulen en el sistema radicular, hasta el punto que resulten afectados los rendimientos.

En 1954 Richards, del U.S Salinity Laboratory (Riverside, California) estableció la clasificación del agua de riego en función de su conductividad eléctrica (CE), que se muestra en la *Tabla N° 01*.

**Tabla N° 01: Clasificación Richards, U.S Salinity Laboratory (Riverside, California)**

Índice	CE ( dS/m)	Riesgo de salinidad
C1	0,1 - 0,25	Bajo
C2	0,25 - 0,75	Medio
C3	0,75 - 2,25	Alto
C4	2,25 - 4,0	Muy alto
C5	> 4,0	Excesiva

Agua de baja salinidad (C1): puede usarse para riego de la mayor parte de cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad que desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado pero este se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

Agua de salinidad media (C2): puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

Agua altamente salina (C3): no puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a las sales.

Agua muy altamente salina (C4): no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser muy permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr buen lavado. Se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

Agua de salinidad excesiva (C5): sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.

En 1972 el Comité de Consultores de la Universidad de California propuso la clasificación que se indica en la *Tabla N° 02*.

***Tabla N° 02: Clasificación Comité de consultores U.C***

<b>CE ( dS/m)</b>	<b>Riesgo de salinidad</b>
< 0,75	Bajo
0,75 - 1,5	Medio
1,5 - 3,0	Alto
> 3,0	Muy alto

En 1976 Ayers y Westcot establecieron la clasificación de la FAO que realmente es la misma que propuso el Comité de consultores U.C, pero agrupando los riesgos de salinidad medio y alto en uno solo. En 1987 los citados autores modificaron ligeramente su clasificación y quedaron como se muestran en la *Tabla N° 3*.

**Tabla N° 03: Clasificación de la FAO**

<b>CE ( dS/m)</b>	<b>Riesgo de salinidad</b>
< 0,7	Sin problemas
0,7 - 3,0	Problemas crecientes
> 3,0	Problemas serios

## **2.2 EFECTO DE LA SALINIDAD EN LAS PLANTAS**

Si en el sistema de raíces se acumula excesivas cantidades de sales solubles, la planta tendrá dificultades al momento de extraer el agua de la solución del suelo. Esta toma reducida de agua por parte de la planta se origina por que la fuerza con la cual el suelo retiene el agua aumenta debido al efecto de ósmosis por la alta concentración de sales en él, llegando a superar a la fuerza de absorción de las raíces. Esto origina un crecimiento reducido o lento de la planta y puede también reconocerse por síntomas similares en apariencia a los de la sequía, ya que el efecto acumulativo de sales en el suelo hace que la disponibilidad de agua para la planta disminuya, aun así cuando existe humedad suficiente en el suelo para que la planta la absorba sin problemas en condiciones normales. Algunas plantas presentan un color verde azulado y exagerados depósitos de cera en las hojas, el sistema radicular no se desarrolla de manera óptima. Estos efectos de salinidad pueden variar de acuerdo con la fase de desarrollo de la planta, y en ciertos casos pueden pasar totalmente inadvertidos debido a una reducción uniforme, en producción o en crecimiento a través de la totalidad del campo; y en el peor de los casos puede afectar desde un inicio e impedir la germinación.

En USDA (1954) se reporta que acumulaciones de sodio de apenas de un décimo de porcentaje del peso seco producen síntomas similares a las quemaduras de la hoja y algunas veces daño extensivo. Debe enfatizarse, sin embargo, que la mayoría de cultivos, incluyendo hortalizas, granos, forrajes y cultivos de fibra, no son sensitivos específicamente a iones de cloruro o de sodio y que pueden acumular altas concentraciones sin desarrollar algún síntoma de daño especial. Indicó además que las plantas presentan un achaparramiento y color verde azulado por efecto de la salinidad. Debe tenerse precauciones para evitar la confusión entre los efectos debido a la baja

fertilidad del suelo y aquellos causados por la salinidad. Las plantas acharrapadas debido a baja fertilidad son comúnmente verde amarillentas.

Por otro lado, se indicó que la reducción en la tasa de crecimiento de las plantas debido a un exceso de la salinidad está aparentemente asociada con una disminución en la habilidad de la planta para absorber agua en presencia de sales. Se ha mostrado que este retardo del crecimiento es virtualmente lineal con el aumento de la presión osmótica (o de la conductividad eléctrica) de la solución del suelo y largamente independiente de la clase de sales presentes.

Señala, además, que existe suficiente evidencia para afirmar que un aumento en la presión osmótica de la solución del suelo puede ocasionar una disminución en la absorción del agua por las raíces, pero se debe tomar en cuenta un factor adicional cuando se trata del sistema suelo, esto es, la tensión de humedad del suelo, o sea la atracción molecular que la superficie de las partículas del suelo ejerce sobre el agua. La tensión de la humedad del suelo aumenta conforme este se va secando y las películas de agua alrededor de las partículas del suelo se vuelven más delgadas. Esta presión negativa equivalente es aparentemente aditiva a la presión osmótica de la solución del suelo en su efecto limitante de la disponibilidad del agua para las raíces de la plantas. La suma de esta tensión del suelo y de la presión osmótica de la solución del suelo ha sido designada con el término "esfuerzo total de la humedad del suelo". Los estudios de los efectos de varios tratamientos de humedad y niveles de salinidad en el crecimiento vegetal, indican que el desarrollo de las plantas es función del esfuerzo total de humedad del suelo, independiente de que dicho esfuerzo provenga principalmente de la tensión por salinidad o de la tensión de la humedad. La reducción del potencial del agua en el suelo, ya sea reduciendo el potencial osmótico o el potencial matricial, reduce el abastecimiento de agua a la planta y la producción de materia seca.

Finalmente, en USDA (1954) se indica que aunque las relaciones osmóticas son las responsables del mayor efecto de la salinidad en el crecimiento de las plantas, algunos iones tienen efectos tóxicos específicos o nutricional para disminuir el crecimiento y producción. Se dice que un ion es tóxico cuando su presencia por encima del valor crítico causa daño directo a la planta.

Allison (1964) encontró que las sales del suelo afectan a las planta directamente por las siguientes razones:

- Acumulaciones de iones tóxicos en los tejidos de las hojas.
- Incremento de la presión osmótica de la solución del suelo.
- Alteraciones de la nutrición mineral.

Doorenbos y Pruitt (1976) indicaron que en la evapotranspiración del cultivo incide la salinidad del suelo y que se debía en parte a la reducida disponibilidad de agua salina un crecimiento deficiente, provocado por desequilibrio de nutrición y los efectos tóxicos de determinados iones en la solución. Mencionan además, que condiciones fuertes de evaporación acentúan el efecto de la salinidad sobre la absorción de agua por las plantas y por consiguiente, se pone de manifiesto sobre la evapotranspiración del cultivo, previendo que para un mismo nivel de salinidad del suelo provoque más daño condiciones calientes que en frío. Concluyeron que los efectos nocivos de la salinidad del suelo sobre la absorción de agua por el cultivo pueden quedar parcialmente contrapesados manteniendo un alto nivel de humedad en la rizósfera.

Allison (1972) menciona que un cultivo será afectado o no por la salinidad dependiendo de su tolerancia y que el aumento de la presión osmótica de la solución del suelo puede ocasionar disminución en la absorción de agua por las raíces.

Downton (1977) señaló que el crecimiento (incremento en peso seco) de una planta se reduce con frecuencia aun en presencia de niveles bajos de salinidad, definidos como la concentración de sales presentes en el sustrato que no produce signos tales como clorosis, quemaduras de hojas o necrosis general. Asimismo, indica que tanto los niveles como su sensibilidad a condiciones de salinidad pueden variar mucho de acuerdo a las especies de las plantas.

Hoffman y Jobs (1977) mencionaron que la tolerancia de un cultivo a las sales no es absoluta, porque depende de factores ambientales como la humedad relativa, un conveniente manejo del riego y fertilización. Sevilla (1986) también indicó que la tolerancia a las sales varía en forma considerable de acuerdo a las especies de plantas, los factores ambientales, edáficos y el manejo agronómico; todos los cuales se interrelacionan por influenciar la tolerancia de los cultivos a las sales.



Maas y Nieman (1978), citados por Stark y Jarrel (1983), indicaron que la salinidad induce ajustes osmóticos acompañados de efectos sobre las relaciones entre crecimiento y agua. También causa cambios estructurales, los cuales pueden mejorar el balance de agua en la planta. Estos cambios varían con las especies y el tipo de sales, pero pueden incluir reducciones en el tamaño y número de hojas, menor número de estomas por unidad de área foliar, lignificación precoz de raíces, incremento de la succulencia de las hojas y engrosamiento de su cutícula, reducción en la conducción del agua debido a la limitación del desarrollo del tejido vascular. El efecto de estas modificaciones en la estructura de la planta provoca una reducción en la cantidad de agua utilizada por esta. Reportaron que en muchas especies de cultivos la salinidad induce ajustes fisiológicos y morfológicos, los cuales ayudan en el mantenimiento de un balance favorable de agua.

Cruz-Romero (1983) indicó que bajo condiciones de salinidad, el mantenimiento de una producción creciente de alimentos y fibras puede enfocarse bajo las dos estrategias de selección y manipulación genética de los organismos y modificación del ambiente:

- a) Mejoras biológicas conducentes a seleccionar variedades de plantas con una mayor tolerancia a la salinidad y a la sequía.
- b) Mejoras tecnológicas conducentes a:
  - Control de la salinidad de las aguas de riego en función de la tolerancia a la salinidad de las especies que se cultivan.
  - Empleo de sistemas de riego de alta frecuencia que permitan una mejor acumulación de sales en el suelo sin detrimentos de los rendimientos.
  - Prácticas de cultivo que maximicen la eficiencia de la utilización de agua en la agricultura.

Lauchli y Epstein (1985), citado por Sevilla (1986), concluyeron en una investigación que en el caso de la cebada, las relaciones Na/K fueron alteradas en suelos afectados por sales, modificando la nutrición del Ca. En la cebada, trigo y sorgo, el NaCl fue acumulado en toda la superficie de las hojas, excepto en los bordes bajo condiciones de suelos salinos.

Resh (1987) señaló que los síntomas que se observan en las plantas afectadas por la salinidad son:

- Detenimiento general del crecimiento de la planta.
- Hojas pequeñas y de color oscuro.
- Quemaduras en los bordes de las hojas que luego se extienden hacia la misma lámina foliar.
- Azulado o blanqueado del tejido de la planta.

El mismo autor reportó que la salinidad puede inhibir la absorción de algunos iones. Concentraciones muy altas de sulfatos dan lugar a la adsorción de sodio, causándole toxicidad por sodio, una disminución de la adsorción del calcio dando lugar a deficiencia (especialmente en lechugas) e interferencia en la adsorción de potasio. Las condiciones salinas también reducen la disponibilidad de ciertos microelementos haciendo necesaria la adición de estos al medio de crecimiento de las plantas. Además, pueden afectar a las plantas por toxicidad causada por cloruros y el sodio.

Bowner y Tamini (1988) señalaron que existe evidencia que el crecimiento de las plantas herbáceas en medio salino es gobernado primordialmente por el potencial osmótico. Este es siempre más negativo en el ápice de la planta que en las raíces y de este modo se crea una marcada gradiente del potencial del agua para su movimiento ascendente.

Mizrahi (1988) señaló que el agua salina afecta a la mayoría de las plantas cultivadas, incluso las plantas resistentes a las sales muestran una reducción en el rendimiento cuando crecen bajo riego salino.

### **2.3 INVESTIGACIÓN Y USO DE AGUAS SALINAS EN CULTIVOS**

Schwarz (1968) demostró que los pepinos que empiezan a crecer en condiciones de aguas no salinas, pueden regarse con soluciones que vayan incrementando su contenido de sales en forma gradual, hasta que alcance el nivel deseado; mientras más jóvenes son las plantas, más fácil es su adaptación a las condiciones salinas.

Rocha *et. al* (1987), trabajando con plantas de tomate regadas con agua que contenían NaCl, encontraron que el contenido de sodio en las plantas tratadas era de seis a siete veces y media más que en las plantas no tratadas. Esto demuestra que las plantas sometidas a salinidad adsorben el Na con lo cual se crea un desequilibrio en la adsorción de otros elementos como K y Ca.

Pheades (1987), citado por Sevilla (1986), planteó una estrategia de uso de agua de mala calidad. Durante los periodos de desarrollo, en que los cultivos son más sensibles, se aplica agua de buena calidad y se sustituye con el agua de mala calidad (como agua de drenaje) durante los otros periodos. La máxima salinidad del suelo en la zona de raíces que puede resultar del uso continuo del agua de mala calidad será menor cuando dicha clase de agua es usada solo por una fracción del tiempo. El tiempo de uso y la cantidad de sustitución de las dos aguas variará en función de su calidad, el tipo de cultivo, el clima y el sistema de riego. Cualquiera que sea el aumento de salinidad que ocurre en el suelo por el riego con el agua salina, es aliviado en el periodo siguiente del cultivo cuando se utiliza agua de buena calidad. Además, en los cultivos sensibles, el rendimiento no debe reducirse si se emplean riegos previos a la plantación y un manejo cuidadoso durante la siembra y la germinación, lavando las sales fuera del perímetro de la semilla. Esta estrategia se evaluó en dos experimentos de campo; en uno de ellos desarrollado en una rotación de trigo, betarraga y melones con aguas de 900 mg/L STD y 3500 mg/L STD, no se redujo el rendimiento. En otro experimento, usando aguas salinas de 6000 mg/L STD, se obtuvieron resultados similares.

Mizrahi (1988), utilizando agua salina en el cultivo de tomate encontró que el rendimiento era afectado a una CE de 6 dS/m, pero lograban un rendimiento total de fruto de 67,4 t/ha. Con respecto al control hubo diferencias significativas pues se obtuvo un rendimiento total de 95 t/ha. Además, concluyó que el uso de agua salina aplicada en el momento de la fructificación tenía menos efecto nocivo que si se aplicaba en los estadios iniciales de las plantas.

Ramírez *et. al* (1998) estudiaron el efecto de diferentes niveles de NaCl sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de *Centrosema pubescens* y de *Stylosantes guianensis*. Se contabilizó el número de semillas germinadas, se midió la altura de plántulas, longitud de radícula y la acumulación de masa seca. Los resultados indicaron un aumento significativo de la inhibición de la germinación, disminución de la altura de plántulas y de la longitud de radícula con el incremento de los niveles de salinidad. El nivel de salinidad que disminuyó el crecimiento de las plántulas varió entre 9 y 11 dS/m para *C. pubescens* y para *S. guianensis* entre 13 y 14 dS/m.

González *et. al* (1998) estudiaron el efecto de diferentes niveles de salinidad (5, 10, 15, 20 y 25 dS/m) sobre el crecimiento y acumulación de biomasa en dos cultivares de

*Leucaena leucocephala*. Los resultados indicaron una reducción significativa de los indicadores evaluados al incrementarse los niveles de salinidad y la acumulación de masa seca de la raíz resultó el más sensible.

*Cabrera et. al* (2005), en un experimento en condiciones de laboratorio, evaluaron la germinación y crecimiento relativo de raíces y biomasa de rebrotes en 7 variedades de trigo tropical (*Triticum aestivum*). A valores menores de conductividad eléctrica (3 y 6 dS/m), los aspectos morfológicos de todas las variedades tuvieron comportamiento similar al control. Sin embargo desde 9 dS/m, la altura del tallo disminuye con respecto al largo de la raíz.

*Argentel et. al* (2006) montaron un experimento con 12 variedades de trigo, aplicando niveles de NaCl de 25 y 28 dS/m en la solución. Las variables evaluadas fueron la absorción de agua por las semillas, altura de las plantas, longitud de la raíz, acumulación de biomasa fresca y seca. Mediante un análisis de componentes principales, se establecieron los indicadores de mayor contribución a la diferenciación varietal y a través del análisis de conglomerados jerárquico, el material fue reunido en tres grupos, lo que demuestra la existencia de variabilidad en cuanto a su respuesta al estrés. Cinco mutantes de la variedad Cuba C-204 estuvieron en el grupo I, que mostró la mayor respuesta a la salinidad en estadios tempranos del desarrollo del cultivo.

*Pares et. al* (2008) determinaron el efecto de la salinidad del agua de riego sobre el índice estomático, la densidad estomática y el espesor de la lámina foliar de plantas de lechosa (*Carica papaya*). Las plantas, sometidas a cuatro concentraciones de salinidad (CE de 0,001; 2; 4 y 8 dS/m), presentaron un descenso tanto del índice como de la densidad estomática: 17,4 a 14,1 y de 399,2 a 265,2 estomas mm<sup>-2</sup>, respectivamente, y un incremento del espesor de la lámina foliar de 1,17 a 2,13 μm, lo que podría considerarse como una respuesta morfogenética que permitió contrarrestar los efectos negativos de las sales.

*Menéndez et. al* (2008) evaluaron diferentes residuos industriales orgánicos e inorgánicos combinados con irrigación, con buenos resultados para corregir los suelos con alta tasa de adsorción de sodio (RAS) y conductividad eléctrica (CE), tales como residuos de la destilación del etanol, residuos sólidos y líquidos de la producción del azúcar de caña y residuos ácidos y alcalinos de la industria procesadora del níquel. Se

detallan los resultados de algunas pruebas de invernadero y de campo en regiones secas de Cuba. Estos experimentos evaluaron la tolerancia salina de los suelos de cultivos y especies de forrajes introducidos y naturalizados. Los resultados mostraron que el número de plantas adaptadas a las condiciones salinas del suelo es muy bajo. Se formulan algunas conclusiones sobre los problemas de salinidad de los suelos y el uso de agua salina para la irrigación de cultivos.

Argentel *et. al* (2010) estudiaron la tolerancia a la salinidad de siete líneas de triticales (*Triticum secale*) en los estadios tempranos y finales del desarrollo. Se montaron dos variantes experimentales: un tratamiento salino con CE de  $10 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y un tratamiento control con CE de  $0,02 \text{ dS/m}$ . Se evaluaron las variables: absorción de agua, altura de plántulas, longitud de raíz y acumulación de biomasa fresca y seca. Como resultado se obtuvo una amplia variabilidad en la respuesta al estrés en las dos fenofases. Solo se observó tolerancia en una línea ITSN-14, sin embargo, los índices fueron altos en relación con los informes encontrados en esta especie por lo que recomiendan evaluarlas mediante el uso de otros indicadores fisiológicos y bioquímicos más precisos de tolerancia a la salinidad.

García *et. al* (2010) experimentaron con 2 variedades de caraotas: Tacarigua y Montalbán, a fin de estudiar el impacto de la salinidad sobre el crecimiento, el daño oxidativo foliar y el contenido de algunos metabolitos secundarios antioxidantes presentes en las hojas de este cultivo. Las plantas de quince días de edad fueron estresadas con  $40$  u  $80 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$  de NaCl; a los 7 y 14 días después de iniciado el estrés salino (ddes) se determinó el contenido relativo de clorofila mediante la lectura de valores SPAD, grado de peroxidación lipídica (GPL), concentración de alcaloides, fenoles totales y flavonoides en la hoja y, además, se estimó área foliar total, biomasa aérea y radical, y relación biomasa radical/biomasa del vástago (R/V) a los 14 ddes. La concentración de  $80 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$  de NaCl fue letal para ambas variedades, mientras que a  $40 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$  se redujeron todas las variables de crecimiento, excepto la relación R/V en Tacarigua. Con base en los valores SPAD y GPL, 'Montalbán' mostró mayor daño oxidativo a nivel foliar que Tacarigua. A los 14 ddes, en las plantas estresadas se incrementó la concentración de alcaloides y flavonoides y disminuyó el contenido de fenoles totales, mostrando Tacarigua mayor contenido de los primeros dos metabolitos

que Montalbán. Estos resultados muestran diferencias genotípicas en la respuesta a la salinidad en este cultivo, con ventajas para Tacarigua sobre Montalbán.

En Perú también se han realizados estudios sobre aprovechamiento de las aguas salinas mediante la intervención conjunta de la Universidad Tecnológica de Jerusalén – Israel y la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

El primer trabajo que se publicó fue de Alcázar (1988) quien evaluó el efecto de tres niveles de salinidad del agua de riego y dos niveles de fertilización sobre el rendimiento de lechuga cultivada en pozas de arena, utilizando riego por goteo. Se concluyó que el aumento en la concentración de fertilizantes, no compensó el efecto depresivo de las sales y por el contrario lo aumentó causando la disminución en el rendimiento.

Casas (1990) evaluó la influencia de tres niveles de salinidad del agua de riego en el rendimiento de tomate cultivado en pozas de arena. Los niveles de salinidad utilizados fueron 1,23; 3 y 4,5 dS/m. Al adicionarse los fertilizantes, la salinidad aumentó a 3,45, 5,20 y 6,65 dS/m a 25 °C. Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los rendimientos fueron, respectivamente, 53,13; 39,75 y 22,35 t/ha.

Bustamante (1991) evaluó el efecto de dos frecuencias de riego diarios, dos veces por día (F1) y tres veces por día (F2) con agua de 3,05 dS/m aplicada con riego por goteo sobre el rendimiento de tomate en arena. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo los rendimientos 62,48 y 46,74 t/ha para F1 y F2, respectivamente.

## **2.4 INVESTIGACIONES EN MACETAS CON EXCESO DE SALES**

Cabalceta *et. al* (1991) evaluaron, bajo condiciones de invernadero, el efecto de la salinidad sobre la producción seca y sobrevivencia de plántulas de arroz en las variedades CR1113 y CR1821 con 6 tratamientos. Encontraron que la producción de materia seca y sobrevivencia de plántulas disminuyó drásticamente en forma casi lineal, cuando la salinidad sobrepasó el valor crítico de 2 dS/m en las 2 variedades. Con un valor aproximado de 7 dS/m, el valor de las variables fue cercano a cero. No se encontró diferencias en el comportamiento entre las 2 variedades.

Clavero *et. al* (2002) estudiaron el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de plantas de *Gliricidia sepium* cultivadas en macetas. Los tratamientos fueron cuatro concentraciones de salinidad ajustados a conductividades eléctricas de 0; 3; 6 y 9 dS/m.

Los resultados mostraron una disminución significativa ( $P < 0,05$ ) en todos los indicadores evaluados a medida que se incrementaron los niveles de salinidad especialmente con niveles superiores a 3 dS/m.

Morales *et. al* (2003) evaluaron el comportamiento de la conductividad hidráulica de las raíces y las relaciones hídricas en hojas de dos especies de tomate (*Lycopersicon esculentum* var. Amalia y *Lycopersicon cheesmanii*) sometidas por períodos cortos a diferentes tratamientos (NaCl a razón de 0; 25; 50; 75; 100; 150 y 200 mM). El análisis de los datos indicó una fuerte disminución de la conductividad hidráulica de las raíces de ambas especies, tan pronto se expusieron al tratamiento con solución salina, pero siempre la conductividad fue superior en la especie silvestre, así como las demás variables evaluadas se vieron afectadas por la salinidad y se apreció que a las 24 horas de aplicados los tratamientos, aún no se había producido ajuste osmótico.

Lesmes *et. al* (2007) evaluaron el crecimiento de lechuga Batavia a diferentes concentraciones de sal en el agua de riego en condiciones hidropónicas en la sabana de Bogotá comparando el uso de dos sustratos: turba rubia y mezcla de cascarilla de arroz con turba rubia en proporción 1:1. Se evaluaron las variables: altura de planta, número de hojas por planta, peso seco, peso fresco y área foliar. Se observó una marcada diferencia en la altura de planta entre tratamientos, siendo mayor en las plantas sembradas en turba. El mayor número de hojas se presentó en plantas establecidas en turba sin adición de NaCl, con 35 hojas en promedio. El área foliar disminuyó en función de las concentraciones de sal. Se observó una reducción del peso seco foliar de las plantas establecidas en mezcla del 38%, con respecto a los tratamientos de turba.

Con respecto a las investigaciones que se han realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Facultad de Agronomía viene realizando trabajos en macetas donde hacen pruebas de eficiencia de dosis de fertilizantes que se aplica al suelo con o sin materia orgánica, utilizando cultivos indicadores para determinar la respuesta en los niveles de producción que se obtienen según los tratamientos que se usan.

Sánchez-Bernal *et. al* (2008) estudiaron en macetas el crecimiento de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Alpha, en condiciones de estrés inducido por sales (NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O y MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) y por las salinidades sulfático-clorhídrica, clorhídrico-sulfática y sulfático-sódica, a concentraciones de 0 a

9,60 g/l (1,77; 3,88; 6,00; 8,11; 10 y 15 dS/m). El escaso desarrollo foliar al momento de la iniciación de los tubérculos originó una lenta tasa de crecimiento de los mismos, produciendo papa pequeña. El fenómeno fue más pronunciado en las plantas sometidas a salinidad sulfático-sódica y  $\text{NaHCO}_3$ , a concentraciones mayores de 3,84 g/l, donde se formaron plantas con enanismo y ausencia de tubérculos.

Se han desarrollado 2 investigaciones en macetas relacionadas a salinidad realizadas en el laboratorio de fertilidad de suelos.

Tarazona (2000) evaluó el efecto de cinco fuentes de fertilizantes nitrogenadas en ausencia y presencia de materia orgánica en la lechuga utilizando agua de La Molina para diluir los fertilizantes, para luego regar las macetas en un periodo de dos meses y medio. La salinidad del agua de La Molina era 3,25 dS/m. No se evidenciaron diferencias en el crecimiento del cultivo al utilizar diferentes fertilizantes. Al comienzo presentaron un mayor crecimiento. La salinidad en el suelo aumentó debido a que el agua de riego tenía un nivel medio-alto de salinidad y la producción disminuyó debido al exceso de sales en el suelo ( $\text{CE} = 4,9$  dS/m) en comparación con un suelo con menor cantidad de sales ( $\text{CE} = 3,4$  dS/m); por lo que no se apreció el efecto positivo del fertilizante en el cultivo.

Bello (2001) realizó una evaluación comparativa de cinco fertilizantes nitrogenados en dos cultivos indicadores: maíz y cebada, bajo condiciones de invernadero, utilizando agua de La Molina ( $\text{CE} = 3,8$  dS/m) así como agua de Huachipa ( $\text{CE} = 0,84$  dS/m), para el riego en macetas por un periodo de tres meses, aplicando los fertilizantes diluidos en agua. Se produjo una disminución en la producción al utilizar agua de La Molina para el riego de las macetas, así como por la adición de los fertilizantes al suelo, lo cual no se produjo cuando se utilizó el agua de mejor calidad, ya que la producción aquí fue mayor, pero no fue la óptima.

## **2.5 CULTIVO DE ACELGA**

La acelga es una hortaliza de origen mediterráneo de las Islas Canarias. Es bianual y de ciclo largo. Las hojas constituyen comestible y son grandes de forma oval tirando hacia acorazonada, tiene un pecíolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo, el



color varía según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos.

La acelga es una planta de clima templado que vegeta bien con temperaturas medias, le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. La planta se hiela cuando las temperaturas son menores de 5°C bajo cero y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C por encima de cero. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27°C a 33°C, con un medio óptimo entre 15°C y 25°C. Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30°C a 35°C de máxima con un óptimo entre 18°C y 22°C. No requiere excesiva luz, perjudicándole cuando esta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa está comprendida entre el 60 % y 90 % en cultivos en invernaderos. En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones.

La acelga necesita suelos de consistencia media, vegeta mejor cuando la textura tiende a ser arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de unificación. Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de 7,2 vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8 no tolerando los suelos ácidos. Según la literatura revisada, la acelga es un cultivo anual/bianual que soporta un medio salino de 20 a 30 dS/m, pero no especifican en qué condiciones o si hay alguna disminución en el rendimiento, mientras que Tello (2002) menciona que pueden soportar 16 dS/m en el suelo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Ubicación del campo experimental

El experimento se llevó a cabo en la parcela experimental de riego tecnificado del Departamento Académico de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuya ubicación geográfica es:

- Latitud Sur : 12° 4' 42"
- Longitud Oeste : 76° 56' 46"
- Altitud : 245 m

Se tomó como referencia los registros de los datos climáticos de la Estación Alexander Von Humboldt del año 2007 cuyos datos se muestran en la *Tabla N° 04*.

*Tabla N° 04: Datos climáticos de la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt*

Mes	T° media (C°)	HR Media (%)	Precipitación (mm)	Horas de sol al mes	Tanque de evaporación (mm)
Ene	24,7	79	0,4	143,8	141,6
Feb	24,3	75	0,6	182,5	123,6
Mar	24,4	79	0	206,3	139,1
Abr	22	79	0,3	213,9	114,9
May	19,4	82	0,2	191,5	81,6
Jun	16	91	0,3	93,9	49,1
Jul	15,1	91	3,1	40,4	33,3
Ago	14,7	90	2,8	41,5	37,9
Set	14,9	88	4,6	57,9	53,1
Oct	16,6	87	0,8	148,2	88,5
Nov	18,5	82	0,3	182,9	105,5
Dic	20,1	81	0	163,1	116

### 3.1.2 Agua

Para preparar las soluciones de los diferentes tratamientos se utilizó el agua del canal proveniente de Huachipa, que se utiliza en la Universidad Nacional Agraria La Molina para regar los jardines y campos de cultivos. La característica físico química se muestran en la *Tabla N° 05*.

### 3.1.3 Suelo

La tierra utilizada en las macetas procede de la parcela experimental de duraznos, perteneciente al Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En la *Tabla N° 06* se muestran los resultados del análisis físico químico del suelo.

*Tabla N° 05: Análisis de rutina del agua*

CE dS/m	0,63
pH	7,68
Calcio meq/l	4,52
Magnesio meq/l	0,74
Sodio meq/l	1,26
Potasio meq/l	0,09
SUMA DE CATIONES	6,61
Cloruro meq/l	0,73
Sulfato meq/l	2,96
Bicarbonato meq/l	2,81
Nitratos meq/l	0,02
Carbonatos meq/l	0,08
SUMA DE CATIONES	6,60
SAR	0,77
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0,38

**Tabla N° 06: Análisis de caracterización del suelo**

Muestra		CE dS/m	Análisis mecánico			pH Relación 1:1	M.O %	P ppm	K <sub>2</sub> O ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Cationes Cambiables				
Lab	Prof (cm)		Relación 1:1	Arena %	Limo %						Arcilla %	CIC	Ca	Mg	Na
											Cmol(+)/Kg				
3286	0 - 50	0,7	44,7	27,98	27,31	7,84	0,74	6,67	163,6	3,6	29,81	27,68	1,55	0,26	0,33
3287	50 - 90	0,6	44,85	30,27	25,88	7,89	0,71	15,91	149	4,03	27,75	25,52	1,55	0,37	0,32

### **3.1.4 Semillas**

Se utilizaron semillas del cultivo de acelga con un 90% de germinación.

### **3.1.5 Materiales de campo**

- 60 latas de 24x24 cm de base y 35 cm de altura, utilizadas como macetas.
- Suelo franco arenoso procedente del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 20 galoneras de 40 litros c/u para almacenar y preparar las soluciones salinas.
- Agua libre de sales procedente del canal, que fue extraído por bombeo y almacenada en un reservorio.
- Cloruro de sodio, sal que se usó para preparar los tratamientos.
- 01 conductivímetro para medir la conductividad eléctrica al preparar las soluciones salinas empleadas como dosis de riego en los tratamientos.
- 01 probeta de plástico de 1 litro y 01 embudo para medición del volumen y aplicación de las soluciones salinas (agua de riego).
- 01 tornillo muestreador para sacar muestras de suelo de las macetas durante el periodo de campo.
- 01 paleta de madera para disolver la sal al preparar las soluciones salinas (agua de riego).
- Cinta maskingtape, plumón indeleble, lápiz, borrador, cuaderno, hojas bond, pabilo.
- Bolsas de papel para muestra de suelo y para materia fresca, para secar al horno.

### **3.1.6 Equipo de laboratorio**

- 01 conductivímetro para medir la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo.
- 01 wincha, 01 bandeja de plástico, 01 regla y balanza digital de precisión para medición de las plantas al final de la prueba, peso de materia fresca y seca.
- 01 pHmetro para medir el pH del extracto de saturación del suelo.
- 01 balanza de 0,1g de precisión para pesar la materia fresca y seca; ya sea aérea, subterránea o total.
- 01 horno para secar las muestras de suelo y la materia fresca.

## 3.2 PROCEDIMIENTO

### 3.2.1 Metodología experimental

Se seleccionaron 20 tratamientos para el cultivo de acelga. Cada uno consistió en la preparación de agua con un determinado nivel de salinidad o CE (dS/m), las cuales se aplicaron como dosis de riego. Cada una tenía tres unidades experimentales, es decir tres repeticiones, dando un total de 60 unidades experimentales (*Tabla N° 07*).

*Tabla N° 07: Tratamientos con niveles de salinidad*

<b>Tratamiento</b>	<b>Nivel de salinidad en el agua de riego (dS/m)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Nivel de salinidad en el agua de riego (dS/m)</b>
T1	0,78	T11	20
T2	2	T12	22
T3	4	T13	24
T4	6	T14	26
T5	8	T15	28
T6	10	T16	30
T7	12	T17	32
T8	14	T18	34
T9	16	T19	36
T10	18	T20	38

### 3.2.2 Preparación de macetas

Se utilizaron 60 latas de aceite como macetas, las cuales fueron perforadas en la base con el fin de facilitar el drenaje. Cada una se llenó con 20 kg de tierra procedente del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina que conforme se iba tamizando se mezclaba para ir llenando cada maceta. Cada maceta representa una unidad experimental.

### 3.2.3 Siembra

Las semillas se sembraron en camas de almácigos, hasta que las plántulas tuvieron un tamaño adecuado para trasplantar tres plantas en cada maceta, de las cuales solamente se evaluó una por maceta que fue la más representativa y tratando que las tres repeticiones del tratamiento presenten características similares. (Fig. N° 01).



*Figura N° 01: Trasplante de las plántulas de acelga*

### 3.2.4 Preparación de las soluciones salinas

Para la preparación de las soluciones se utilizó la sal NaCl, que fue diluida con el agua proveniente del canal de 0,78 dS/m de CE promedio. Se eligió dicha sal debido a que es la que predomina en nuestros suelos salinos y presenta mayor toxicidad. Se prepararon 20 soluciones, siendo cada una un tratamiento a aplicar (Fig. N° 02). Cada solución se diferenciaba de la otra por la CE que presentaba. Solamente para el T1 se utilizó el agua directamente del canal.



*Figura N° 02: Control del nivel de salinidad en los tratamientos*

### 3.2.5 Aplicación de las soluciones salinas como agua de riego

La aplicación de las soluciones salinas como agua de riego se realizó teniendo en cuenta las necesidades hídricas del cultivo, el tratamiento correspondiente a cada maceta y manteniendo siempre las condiciones del suelo a capacidad de campo. Una vez

colocado el suelo en la maceta se procedió a saturarlo con agua de baja conductividad (0,78 dS/m aproximadamente), poniendo una capa de 1 cm de tierra seca. Se realizó el trasplante y se dejó drenar durante 24 horas para alcanzar la condición de capacidad de campo. A partir de ahí se empezó a contabilizar la lámina que se consumía durante una semana para después reponerla (Fig. N° 03).



*Figura N° 03: Aplicación de la dosis de riego*

A cada una de las macetas se le aplicó el mismo volumen de agua durante toda la etapa de crecimiento del cultivo y tenían las mismas condiciones. Lo único que cambiaba era la calidad del agua de riego que era diferente entre cada maceta (diferente CE) de acuerdo al tratamiento que le correspondía a cada una.

En la primera etapa de crecimiento del cultivo se le aplicó 1200 ml una vez por semana. Después conforme el cultivo fue creciendo y la temperatura ambiente fue aumentado el cultivo demandó más agua. Según sus necesidades hídricas y evitando el drenaje (condición de capacidad de campo) para que las sales no se pierdan por lavado, se procedió a aplicar 2 dosis a la semana: una de 1500 ml y otra de 2000 ml, dejando un intervalo de 3 a 4 días entre cada dosis.

### **3.2.6 Manejo de plagas**

Durante la etapa de campo hubo presencia de algunas plagas como la *Plutella xylostella* (Fig. N° 04) el cual fue controlado con la aplicación de Dipel Polvo Mojable diluido en



una concentración de 2/00, también hubo plagas voladoras las cuales fueron controlados poniendo pantallas amarillas rociadas con aceite (Fig. N° 05).

*Figura N° 04: Plutella xylostella*





*Figura N° 05: Control de plagas*

### 3.2.7 Determinación del pH y conductividad eléctrica del suelo

Durante la etapa de campo se tomaron tres muestras de suelo de cada maceta para determinar las variaciones de pH y el incremento de la salinidad del suelo debido al riego con agua salina.



La primera muestra se recolectó al mes de empezar los tratamientos, la segunda a la mitad del periodo de campo y la tercera al final de la prueba, después de la cosecha. Las muestras recolectadas fueron guardadas en sobres de papel para luego procesarlas en el laboratorio (*Fig. N° 06*).

*Figura N° 06: Toma de muestra de suelos*

Para la determinación del pH y de la salinidad se preparó en laboratorio las pastas saturadas de cada muestra, procediendo a la obtención por succión del extracto de saturación y midiendo dichos parámetros con el pHmetro y conductímetro (*Fig. N° 07*).

*Figura N° 07: obtención del extracto de saturación*



### 3.2.8 Determinación del tamaño de la planta



El tamaño de la planta se midió después de la cosecha, antes de ponerlas a secar al horno. Se midió desde la parte donde comienza el tallo hasta la parte más alta de las hojas (*Fig. N° 08*).

*Figura N° 08: Determinación del tamaño de la planta*

### 3.2.9 Determinación de peso fresco y seco de hojas, tallo y raíces

#### a. Peso fresco

El peso fresco se determinó inmediatamente después que se cosechó cada maceta. Se pesó toda la planta, luego el tallo con hojas y finalmente las raíces. Luego de pesarlas se colocaron en sobres de papel para su secado (*Fig. N° 09*).



*Figura N° 09: Determinación del peso fresco total*

#### b. Peso seco

El peso seco, tanto de hojas como de raíces, se determinó luego de introducir las plantas en bolsas de papel y en el horno a 70 °C (*Fig. N° 10*).



*Figura N° 10: Determinación del peso seco total*

### **3.2.10 Humedad**

Para determinar el contenido de humedad de la planta se realizó la diferencia entre los pesos fresco y seco, dividiendo la diferencia entre el peso fresco.

### **3.2.11 Análisis foliar**

Para el análisis foliar se tomaron muestras de las hojas secas para procesarlas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía. Se determinó la concentración de calcio, sodio, magnesio y sulfatos.

### **3.2.12 Análisis estadístico**

El análisis estadístico realizado fue un diseño completamente al azar (DCA).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha se realizó a dos meses y medio desde que se hizo el trasplante de la cama de almácigos a la maceta.

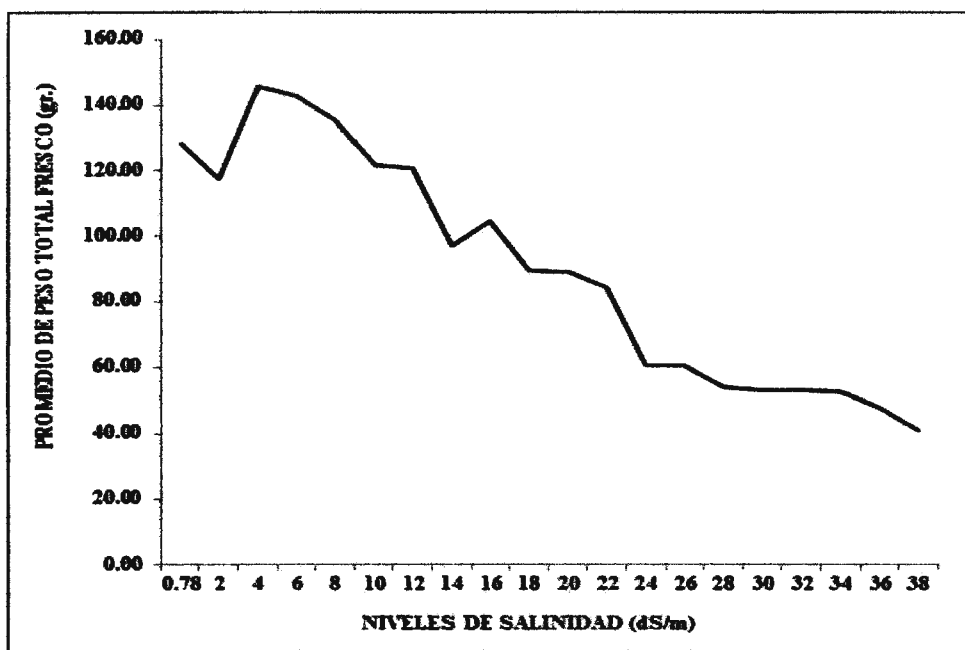
##### 4.1 PESO DE MATERIA FRESCA Y SECA

###### 4.1.1 Peso total de la materia fresca

En la *Tabla N° 08* se muestran los valores promedios del peso fresco total (hojas, tallo y raíz) de cada tratamiento, los que han sido representados en la *Fig. N° 11* para ver la variación entre cada tratamiento.

*Tabla N° 08: Peso total (hojas, tallo y raíz) de la materia fresca*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	127,90	150,80	105,80	128,17
T2	2	116,00	118,50	119,00	117,83
T3	4	194,40	104,20	139,00	145,87
T4	6	152,30	151,00	125,30	142,87
T5	8	149,80	155,40	100,90	135,37
T6	10	126,30	152,10	87,40	121,93
T7	12	115,40	127,10	120,80	121,10
T8	14	76,20	109,00	106,60	97,27
T9	16	125,00	96,80	92,10	104,63
T10	18	121,10	76,90	71,50	89,83
T11	20	119,10	72,30	76,20	89,20
T12	22	82,70	118,20	53,20	84,70
T13	24	51,80	66,90	63,10	60,60
T14	26	61,30	58,70	62,20	60,73
T15	28	50,10	44,10	68,70	54,30
T16	30	67,40	42,20	50,10	53,23
T17	32	59,60	56,40	43,40	53,13
T18	34	61,70	49,60	47,20	52,83
T19	36	59,40	42,10	42,40	47,97
T20	38	44,80	42,60	35,90	41,10



**Figura N° 11: Comportamiento del peso fresco total promedio de cada tratamiento**

Se puede observar que el promedio del peso fresco total muestra una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad, disminuye a partir de 4 dS/m, donde se registra el mayor peso promedio de las plantas de acelga. Se aprecia una tendencia más estable en los pesos entre los nivel de salinidad de 26 dS/m a 34 dS/m, donde las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso; pero a mayores niveles de salinidad de 34 dS/m el promedio tiende a seguir disminuyendo.

El estadístico de prueba valor de F calculado es 8,74, el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85; por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel. El valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es de 2,39; de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sea altamente significativo a ese nivel de significación. Por tal motivo, tras el análisis de varianza se puede decir que existen evidencias que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en el peso fresco (hojas, tallo y raíces) de las plantas de acelga (Anexo 01).

Del análisis DUNCAN, el efecto del tratamiento 3 (salinidad 4 dS/m), es el que produce significativamente el mayor peso fresco promedio de 145,87 g en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 2, 4, 5, 6 y 7 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 2 dS/m; 6 dS/m; 8 dS/m; 10 dS/m y 12 dS/m, respectivamente. Por otro lado, en la variable peso total fresco (g), el efecto del

tratamiento 20, correspondiente con un nivel de salinidad 38 dS/m, es el que produce significativamente el menor peso fresco promedio 41,10 g en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 con niveles de salinidad de 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m y 36 dS/m, respectivamente (Anexo 02).

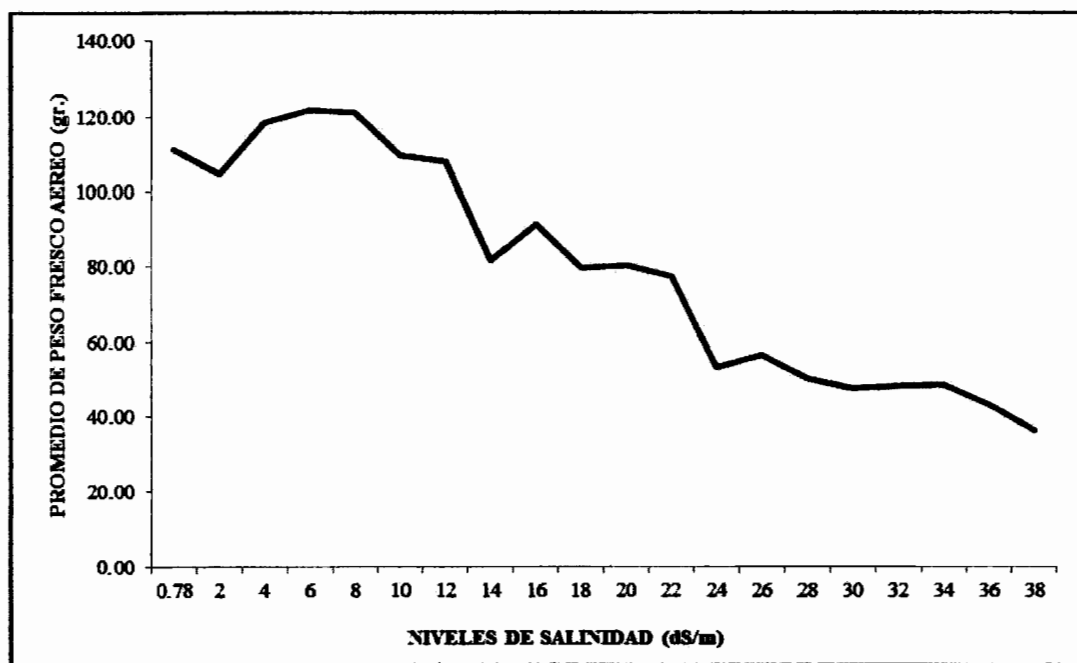
#### 4.1.2 Peso aéreo (tallo y hojas) de la materia fresca

En la *Tabla N° 09* se muestran los valores promedios obtenidos del peso fresco aéreo para cada tratamiento, las que han sido representadas en la *Fig. N° 12* para ver la variación entre cada tratamiento.

*Tabla N° 09: Peso aéreo (hojas y tallo) de la materia fresca*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	114,00	133,20	85,90	111,03
T2	2	102,60	100,80	110,50	104,63
T3	4	161,80	91,20	102,30	118,43
T4	6	133,80	126,30	104,90	121,67
T5	8	135,20	142,70	85,80	121,23
T6	10	115,80	135,90	77,10	109,60
T7	12	105,40	110,10	108,40	107,97
T8	14	63,30	88,30	93,60	81,73
T9	16	113,60	84,10	75,60	91,10
T10	18	104,10	68,80	66,20	79,70
T11	20	107,80	63,50	69,40	80,23
T12	22	77,60	107,00	47,60	77,40
T13	24	48,00	61,20	49,80	53,00
T14	26	55,90	53,50	59,50	56,30
T15	28	46,00	40,60	63,80	50,13
T16	30	59,70	37,00	45,30	47,33
T17	32	54,00	50,90	39,50	48,13
T18	34	58,00	44,90	42,70	48,53
T19	36	52,40	38,20	39,10	43,23
T20	38	38,90	36,40	33,20	36,17

Se deduce que el promedio del peso fresco aéreo exhibe una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad. Disminuye a partir del nivel 8 dS/m, donde registra el mayor promedio. Se observa una tendencia más estable de los pesos entre los niveles de salinidad 12 dS/m a 22 dS/m, donde las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso, igual resistencia se presenta entre los niveles 26 dS/m y 34 dS/m, pero a mayores niveles de salinidad promedio tiende a disminuir.



**Figura N° 12: Comportamiento del peso fresco aéreo promedio de cada tratamiento**

El estadístico de prueba valor de F calculado es de 7,35, el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es de 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel, así mismo el valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sean altamente significativos a ese nivel de significación. Tras el análisis de varianza se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en el peso fresco aéreo (tallo y hojas) de las plantas de acelga (Anexo 03).

Del análisis DUNCAN, el efecto de los tratamientos 3, 4 y 5 (nivel de salinidad 4 dS/m, 6 dS/m y 8 dS/m) son los que producen significativamente los mayores pesos frescos aéreos promedios en las plantas de acelga, aun cuando no son significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 2, 6, 7 y 9 (salinidad de 0,78 dS/m; 2 dS/m;

10 dS/m; 12 dS/m y 16 dS/m, respectivamente). En la variable peso fresco aéreo (g), el efecto del tratamiento 20 (38 dS/m) es el que produce el menor peso fresco aéreo promedio (36,17 g), aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19, correspondientes a salinidad 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m y 36 dS/m, respectivamente (Anexo 04).

#### 4.1.3 Peso subterráneo (raíz) de la materia fresca

En la *Tabla N° 10* se muestran los valores promedios obtenidos del peso fresco subterráneo en cada tratamiento los que han sido representadas en la *Fig. N° 13* para ver la variación entre cada tratamiento.

*Tabla N° 10: Peso subterráneo (raíces) de la materia fresca*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	13,20	17,00	19,10	16,43
T2	2	12,70	17,00	8,40	12,70
T3	4	30,30	12,60	19,10	20,67
T4	6	16,90	23,30	19,20	19,80
T5	8	14,10	12,23	14,60	13,64
T6	10	10,30	15,30	9,60	11,73
T7	12	9,60	16,30	12,20	12,70
T8	14	12,40	20,20	12,40	15,00
T9	16	11,20	12,20	15,10	12,83
T10	18	16,70	7,80	5,10	9,87
T11	20	9,40	8,10	6,50	8,00
T12	22	4,70	10,20	5,00	6,63
T13	24	3,70	5,40	11,70	6,93
T14	26	5,00	4,50	2,40	3,97
T15	28	3,80	3,70	4,80	4,10
T16	30	7,00	5,30	4,50	5,60
T17	32	5,40	4,90	4,20	4,83
T18	34	3,50	4,40	4,20	4,03
T19	36	6,20	3,80	3,10	4,37
T20	38	5,10	5,70	3,10	4,63



El promedio del peso fresco subterráneo exhibe una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad, puntualmente a partir del nivel de salinidad de 4 dS/m, donde se registra el mayor promedio en la muestra de las plantas de acelga. Se observa además una tendencia más estable en los promedios de los pesos a partir del nivel de salinidad de 26 dS/m, donde las raíces de las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso.



**Figura N° 13: Comportamiento del peso fresco subterráneo promedio de cada tratamiento**

El estadístico de prueba valor de F calculado es de 7,27, el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es de 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel, así mismo el valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sean altamente significativos a ese nivel de significación. Tras el análisis de varianza significativo se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en el peso fresco subterráneo (raíces) de las plantas de acelga (Anexo 05).

Del análisis de DUNCAN, el efecto del tratamiento 3 (4 dS/m) es el que produce significativamente el mayor peso fresco subterráneo (20,67 g) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 4, y 8 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 6 dS/m y 14 dS/m respectivamente. El efecto de

los tratamientos 14, 15, 17, 18, 19 y 20 (26 dS/m; 28 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m respectivamente), son los que producen significativamente los menores pesos subterráneos promedio en las plantas de acelga, aun cuando no son significativamente diferentes a los efectos de los tratamientos 10, 11, 12, 13 y 16 con niveles de salinidad de 18 dS/m; 20 dS/m; 22 dS/m; 24 dS/m y 30 dS/m, respectivamente (Anexo 06).

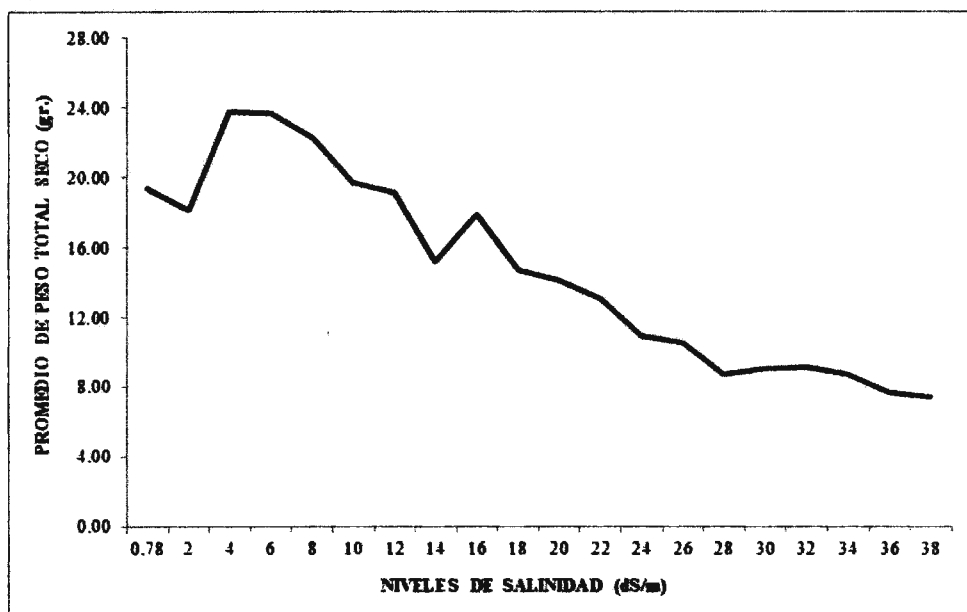
#### 4.1.4 Peso total de la materia seca

En el *Tabla N° 11* se muestran los valores promedios obtenidos del peso seco total (hojas, tallo y raíz), los cuales han sido gráficos en la *Fig. N° 14* para observar la variación conforme aumentan los niveles de salinidad (dS/m).

**Tabla N° 11: Peso total (tallo, hojas y raíz) de la materia seca**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	21,3	20,8	15,8	19,30
T2	2	16,8	20,3	17,3	18,13
T3	4	34,4	15,6	21,3	23,77
T4	6	25,0	23,8	22,2	23,67
T5	8	22,5	26,0	18,4	22,30
T6	10	20,8	23,9	14,2	19,63
T7	12	17,8	21,4	18,0	19,07
T8	14	10,5	17,6	17,5	15,20
T9	16	21,0	17,4	15,1	17,83
T10	18	19,9	13,0	11,1	14,67
T11	20	18,2	11,9	12,2	14,10
T12	22	13,1	18,2	7,8	13,03
T13	24	9,5	10,5	12,7	10,90
T14	26	10,0	10,1	11,3	10,47
T15	28	9,2	6,1	10,9	8,73
T16	30	11,6	7,5	7,9	9,00
T17	32	10,3	10,3	6,8	9,13
T18	34	8,6	6,6	10,9	8,70
T19	36	8,8	6,9	7,2	7,63
T20	38	7,6	9,1	5,6	7,43

Se exhibe en general una tendencia a disminuir conforme estos incrementan. Puntualmente disminuye a partir del nivel de salinidad de 4 dS/m, donde se registra el mayor promedio en la muestra de las plantas de acelga. Se observa una tendencia más estable en los promedios de los pesos a partir del nivel de salinidad de 28 dS/m hasta 34 dS/m, donde las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso; pero a mayores niveles de salinidad el promedio tiende a seguir disminuyendo.



*Figura N° 14: Comportamiento del peso total seco promedio de cada tratamiento*

El estadístico de prueba valor de F calculado es 6,93 y el de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel. El valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es de 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sea altamente significativo a ese nivel de significación. Tras el análisis de varianza se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en el peso seco de las plantas de acelga (Anexo 07).

Del análisis DUNCAN, la variable peso total seco, el efecto de los tratamientos 3, 4 y 5 (niveles de salinidad 4 dS/m; 6 dS/m y 8 dS/m) son los que producen significativamente los mayores pesos secos promedio, siendo el tratamiento 3 el que exhibe el mayor peso promedio (23,77 g) en las plantas de acelga, aun cuando no son significativamente diferentes a los efectos de los tratamientos 1, 2, 6, 7 y 9 con niveles de salinidad 0,78 dS/m; 2 dS/m; 10 dS/m; 12 dS/m y 16 dS/m, respectivamente. En la variable peso total

seco (g), el efecto del tratamiento 20 (38 dS/m) es el que produce significativamente el menor peso seco promedio (7,43 g) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 con niveles de salinidad de 20 dS/m; 22 dS/m; 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m y 36 dS/m, respectivamente (Anexo 08).

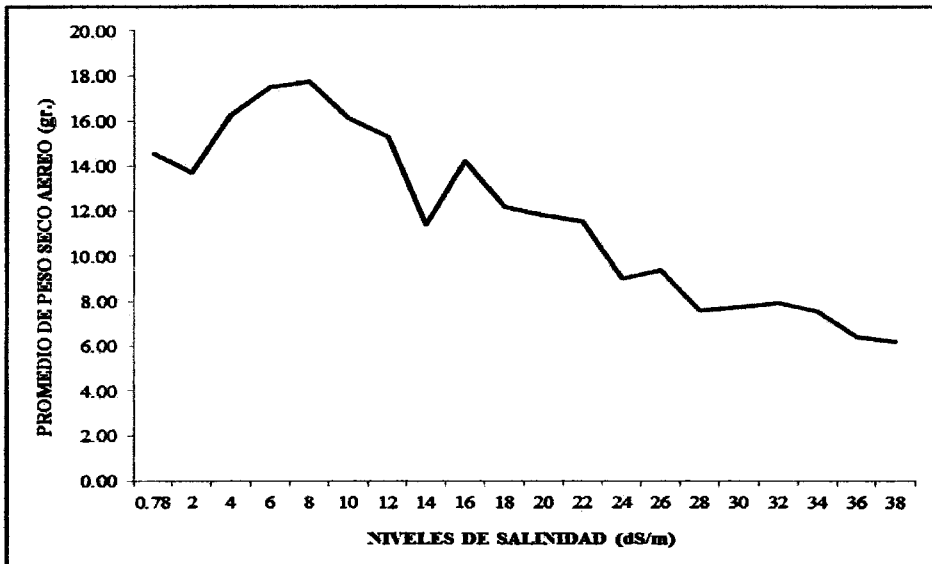
#### 4.1.5 Peso aéreo (tallo y hojas) de la materia seca

En la *Tabla N° 12* se muestran el peso seco aéreo promedio obtenido en cada tratamiento, los cuales han sido representados en la *Fig. N° 15* para apreciar el comportamiento que muestran al incrementarse los niveles de salinidad.

*Tabla N° 12: Peso aéreo (tallo y hojas) de la materia seca*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	17,4	16,0	10,2	14,53
T2	2	12,7	14,0	14,4	13,70
T3	4	22,3	11,8	14,7	16,27
T4	6	20,1	16,8	15,6	17,50
T5	8	18,8	21,7	12,8	17,77
T6	10	17,0	20,4	11,0	16,13
T7	12	15,0	16,3	14,6	15,30
T8	14	7,5	12,1	14,5	11,37
T9	16	17,9	14,3	10,5	14,23
T10	18	15,7	10,9	9,9	12,17
T11	20	15,2	9,8	10,4	11,80
T12	22	12,0	15,5	7,0	11,50
T13	24	8,5	9,2	9,4	9,03
T14	26	8,8	8,8	10,6	9,40
T15	28	8,0	5,1	9,7	7,60
T16	30	9,9	6,6	6,8	7,77
T17	32	8,9	9,0	5,9	7,93
T18	34	7,8	5,4	9,5	7,57
T19	36	7,2	5,9	6,2	6,43
T20	38	6,0	7,4	5,1	6,17

Se observa que el promedio del peso seco aéreo exhibe una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad, disminuyendo a partir de la salinidad 8 dS/m, donde se registra el mayor promedio en la muestra. Se aprecia una tendencia más estable en los promedios de los pesos a partir del nivel de salinidad 28 dS/m hasta 34 dS/m, donde las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso; pero a mayores niveles de 34 dS/m el promedio tiende a seguir disminuyendo.



*Figura N° 15: Comportamiento del peso seco aéreo promedio de cada tratamiento*

El estadístico de prueba valor de F calculado es de 4,96, el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es de 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel, así mismo el valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es de 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sean altamente significativos a ese nivel de significación. Tras el análisis de varianza se puede decir que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso seco aéreo en gramos de las plantas de acelga (Anexo 09).

Del análisis DUNCAN, la variable peso seco aéreo (g), el efecto del tratamiento 5 correspondiente a un nivel de salinidad de 8 dS/m es el que produce significativamente el mayor peso seco aéreo promedio (17,767 g) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9 y 10 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 2 dS/m; 4 dS/m; 6 dS/m; 10 dS/m; 12 dS/m; 16 dS/m y 18 dS/m. Por otro lado, el efecto del tratamiento 20 correspondiente a un nivel

de salinidad de 38 dS/m es el que produce significativamente el menor tamaño fresco promedio (6,167 g) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 con niveles de salinidad 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m y 36 dS/m, respectivamente (Anexo 10).

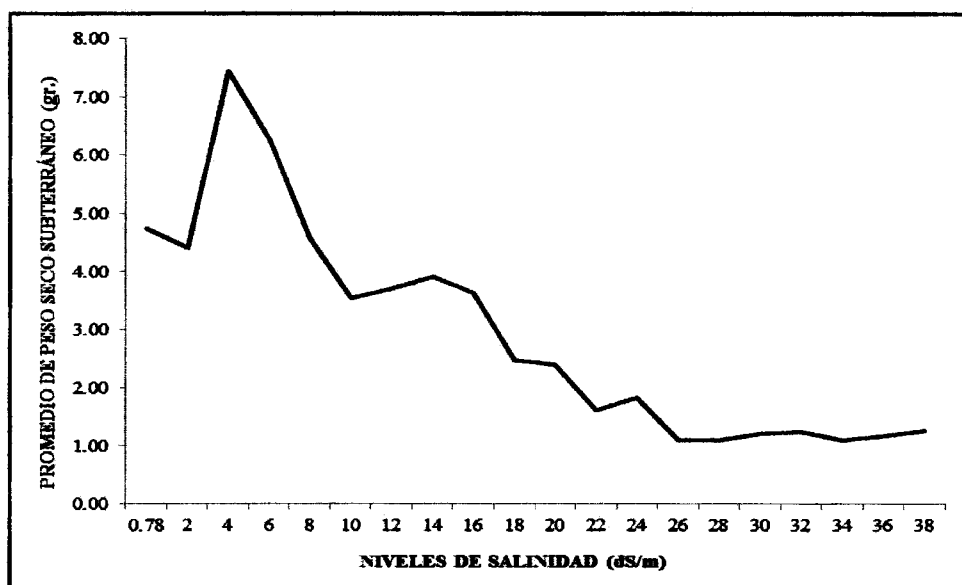
#### 4.1.6 Peso subterráneo (raíz) de la materia seca

En la *Tabla N° 13* se muestran el peso seco subterráneo promedio obtenido en cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 16* para observar el comportamiento que presentan.

*Tabla N° 13: Peso subterráneo (raíces) de la materia seca*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Pesos (g)			Peso Promedio (g)
		I	II	III	
T1	0,78	3,8	4,8	5,6	4,73
T2	2	3,9	6,4	2,9	4,40
T3	4	12,0	3,8	6,5	7,43
T4	6	4,9	7,1	6,8	6,27
T5	8	3,7	4,3	5,7	4,57
T6	10	4,0	3,4	3,2	3,53
T7	12	2,7	5,1	3,3	3,70
T8	14	3,0	5,6	3,1	3,90
T9	16	3,1	3,2	4,6	3,63
T10	18	4,1	2,1	1,2	2,47
T11	20	3,2	2,2	1,8	2,40
T12	22	1,1	2,7	1,0	1,60
T13	24	1,0	1,2	3,3	1,83
T14	26	1,2	1,4	0,7	1,10
T15	28	1,1	1,1	1,1	1,10
T16	30	1,6	0,9	1,1	1,20
T17	32	1,5	1,4	0,8	1,23
T18	34	0,8	1,1	1,4	1,10
T19	36	1,5	1,0	1,0	1,17
T20	38	1,5	1,7	0,6	1,27

El promedio del peso seco subterráneo exhibe una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad, puntualmente a partir del nivel de salinidad de 4 dS/m, donde se registra el mayor promedio en la muestra de las plantas de acelga, de donde decae dramáticamente. Se observa además una tendencia más estable en los promedios de los pesos a partir del nivel de salinidad de 26 dS/m en adelante, donde las raíces de las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio del peso.



*Figura N° 16: Comportamiento del peso seco subterráneo promedio de cada tratamiento*

El estadístico de prueba valor de F calculado es 6,10; el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel, así mismo el valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sean altamente significativos a ese nivel de significación. Tras este análisis existe evidencia suficiente para decir que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente (Anexo 11).

Del análisis Duncan, el efecto del tratamiento 3 (salinidad 4 dS/m) es el que produce significativamente el mayor peso seco subterráneo promedio (7,433 g) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 2, 4 y 5 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 2 dS/m; 6 dS/m y 8 dS/m. Por otro lado en la variable peso fresco subterráneo, el efecto de los tratamientos 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 correspondiente a niveles de salinidad de 26 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m;

34 dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m respectivamente son los que producen significativamente los menores pesos subterráneos promedio en las plantas de acelga, aun cuando no son significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 10, 11, 12 y 13 con niveles de salinidad 20 dS/m; 22 dS/m y 24 dS/m, respectivamente (Anexo 12).

## 4.2 ALTURA DE LAS PLANTAS

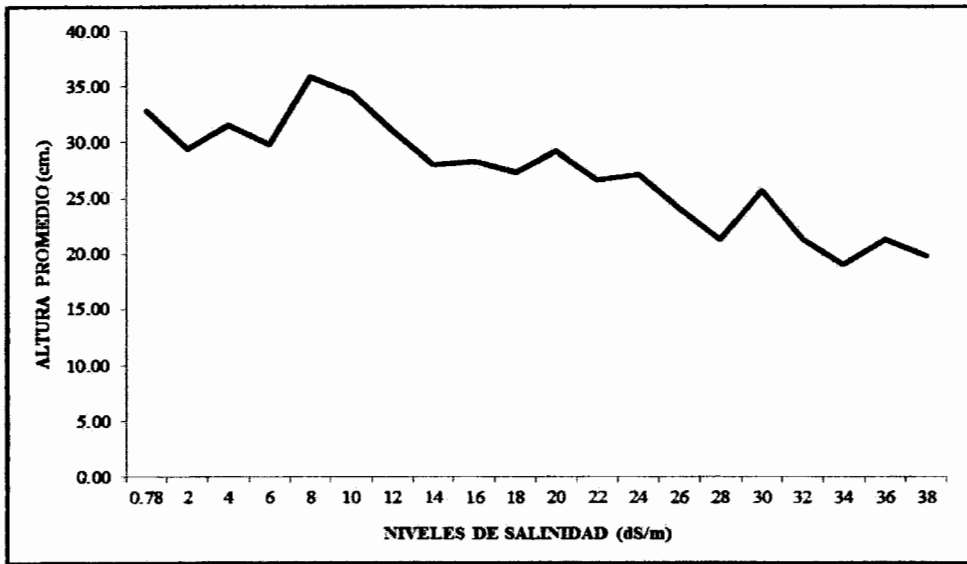
En la *Tabla N° 14* se muestran los valores promedios obtenidos de la altura de planta (tallo y hojas) en cada tratamiento, los que se han representado en la *Fig. N° 17* para observar el comportamiento que exhibe.

*Tabla N° 14: Altura de planta (tallo y hojas)*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Altura (cm)			Altura Promedio (cm)
		I	II	III	
T1	0,78	35,00	32,00	31,50	32,83
T2	2	30,00	29,70	28,50	29,40
T3	4	35,00	28,30	31,50	31,60
T4	6	32,70	26,50	30,20	29,80
T5	8	38,00	35,30	34,40	35,90
T6	10	38,20	36,50	28,40	34,37
T7	12	30,00	34,40	28,70	31,03
T8	14	25,50	30,00	28,50	28,00
T9	16	29,90	33,50	21,50	28,30
T10	18	29,00	30,00	23,00	27,33
T11	20	32,50	28,50	26,70	29,23
T12	22	27,20	29,00	23,80	26,67
T13	24	24,50	25,00	32,00	27,17
T14	26	22,50	21,00	29,00	24,17
T15	28	23,30	18,20	22,20	21,23
T16	30	27,80	21,50	27,80	25,70
T17	32	20,50	23,70	19,50	21,23
T18	34	18,70	17,50	21,00	19,07
T19	36	22,20	19,70	22,00	21,30
T20	38	20,30	19,40	19,80	19,83



La altura de planta presenta una tendencia a disminuir conforme se incrementan los niveles de salinidad, pero menos dramáticamente que en los pesos, puntualmente a partir del nivel de salinidad de 8 dS/m, donde se registra el mayor promedio en la muestra de las plantas de acelga y vuelve a caer hasta casi la misma altura que en el nivel 0,78 dS/m. Se observa además una tendencia más estable en los promedios de las alturas hasta el nivel de salinidad de 30 dS/m, donde las plantas parecen resistir a desarrollar un menor promedio de altura, pero a mayores niveles de salinidad de 30 dS/m el promedio tiende a seguir disminuyendo.



**Figura N° 17:** Comportamiento de la altura promedio de cada tratamiento

El estadístico de prueba valor de F calculado es de 6,93; el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es de 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel, así mismo el valor F de tabla a un nivel de significación del 1% es de 2,39 de ahí que el efecto de los niveles de salinidad sean altamente significativos a ese nivel de significación. Existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en el tamaño (cm) de las plantas de acelga (Anexo 13).

Del análisis Duncan, el efecto del tratamiento 5 (salinidad 8 dS/m) es el que produce significativamente la mayor altura promedio (35,9 cm) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 3, 6 y 7 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 4 dS/m; 10 dS/m y 12 dS/m respectivamente. En la variable altura (cm), el efecto del tratamiento 18 (salinidad 34 dS/m) es el que

produce significativamente la menor altura promedio (19,067 cm) en las plantas de acelga, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 15, 17, 19 y 20 con niveles de salinidad de 28 dS/m; 32 dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m, respectivamente (Anexo 14).

### 4.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

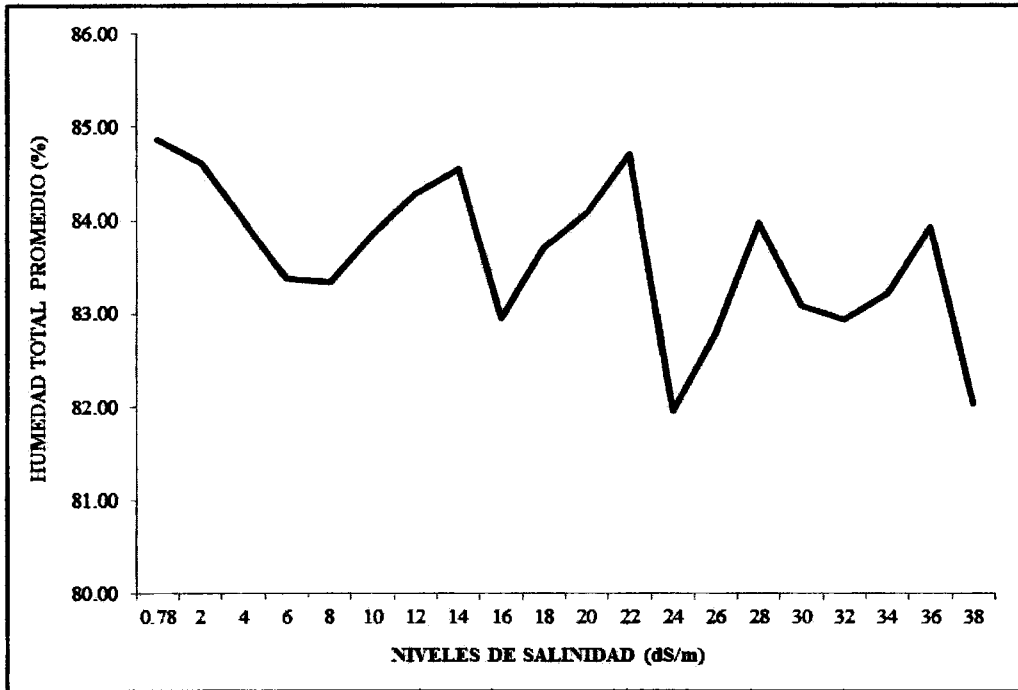
#### 4.3.1 Contenido de humedad total

En la *Tabla N° 15* se muestran los resultados del contenido de humedad total (hojas, tallo y raíz) del cultivo de acelga para cada tratamiento, graficando los promedios en la *Fig. N° 18*, para ver su comportamiento con el incremento de los niveles de salinidad.

*Tabla N° 15: Contenido de humedad total (hojas, tallo y raíz)*

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Humedad (%)			Humedad Promedio (%)
		I	II	III	
T1	1	83,3	86,2	85,1	84,87
T2	2	85,5	82,9	85,5	84,62
T3	4	82,3	85,0	84,7	84,00
T4	6	83,6	84,2	82,3	83,37
T5	8	85,0	83,3	81,8	83,34
T6	10	83,5	84,3	83,8	83,86
T7	12	84,6	83,2	85,1	84,28
T8	14	86,2	83,9	83,6	84,55
T9	16	83,2	82,0	83,6	82,94
T10	18	83,6	83,1	84,5	83,71
T11	20	84,7	83,5	84,0	84,08
T12	22	84,2	84,6	85,3	84,70
T13	24	81,7	84,3	79,9	81,95
T14	26	83,7	82,8	81,8	82,77
T15	28	81,6	86,2	84,1	83,98
T16	30	82,8	82,2	84,2	83,08
T17	32	82,7	81,7	84,3	82,93
T18	34	86,1	86,7	76,9	83,22
T19	36	85,2	83,6	83,0	83,94
T20	38	83,0	78,6	84,4	82,03

Se observa que no existe una tendencia a disminuir conforme aumentan los niveles de salinidad como se podría pensar teóricamente, sino que existe una variación horizontal equilibradamente. Cabe resaltar que a partir del nivel de salinidad de 24 dS/m los valores son relativamente más bajos que en los anteriores.



**Figura N° 18: Contenido de humedad total promedio de cada tratamiento**

El estadístico de prueba valor de F calculado es 0,61 y el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad no son significativos a ese nivel, entonces existe la evidencia estadística para decir que no se obtienen efectos diferentes en el contenido de humedad total promedio (%) en el cultivo de acelga (Anexo 15).

#### **4.3.2 Contenido de humedad de la parte aérea (tallos y hojas)**

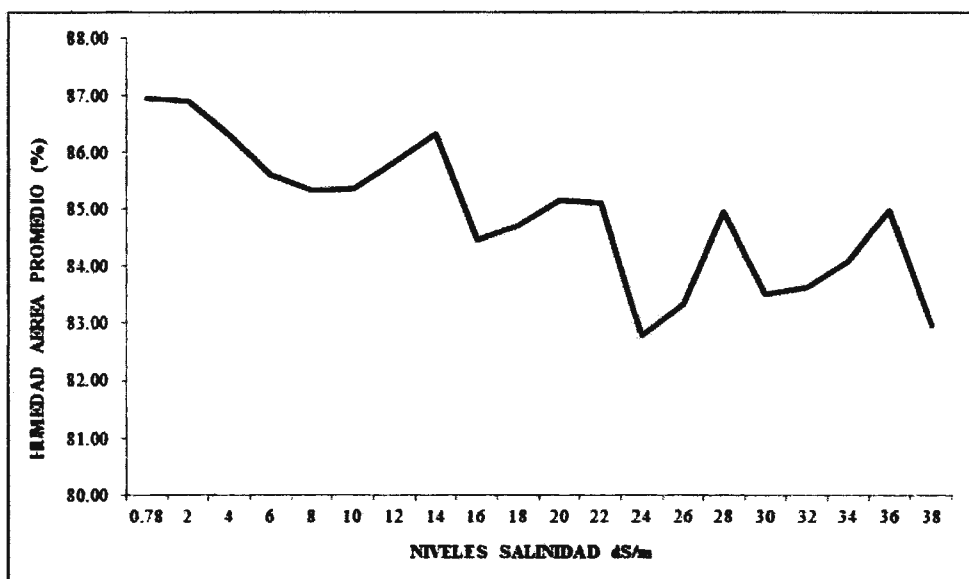
En la *Tabla N° 16* se presentan los valores del contenido de humedad de la parte aérea (%), graficando los promedios de cada tratamiento en la *Fig. N° 19*, para ver cómo se comportan cuando los niveles de salinidad se van incrementando.

Se puede ver que existe una variación horizontal equilibrada. Cabe resaltar que a partir del nivel de salinidad de 16 dS/m se observa que los valores decaen un poco en comparación a los niveles anteriores, pero no hay una tendencia marcada a disminuir.

**Tabla N° 16: Contenido de humedad de la parte aérea (hojas y tallo)**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Humedad (%)			Humedad Promedio (%)
		I	II	III	
T1	0,78	84,7	88,0	88,1	86,95
T2	2	87,6	86,1	87,0	86,90
T3	4	86,2	87,1	85,6	86,30
T4	6	85,0	86,7	85,1	85,60
T5	8	86,1	84,8	85,1	85,32
T6	10	85,3	85,0	85,7	85,35
T7	12	85,8	85,2	86,5	85,83
T8	14	88,2	86,3	84,5	86,32
T9	16	84,2	83,0	86,1	84,45
T10	18	84,9	84,2	85,0	84,71
T11	20	85,9	84,6	85,0	85,16
T12	22	84,5	85,5	85,3	85,11
T13	24	82,3	85,0	81,1	82,79
T14	26	84,3	83,6	82,2	83,33
T15	28	82,6	87,4	84,8	84,95
T16	30	83,4	82,2	85,0	83,52
T17	32	83,5	82,3	85,1	83,63
T18	34	86,6	88,0	77,8	84,09
T19	36	86,3	84,6	84,1	84,99
T20	38	84,6	79,7	84,6	82,96

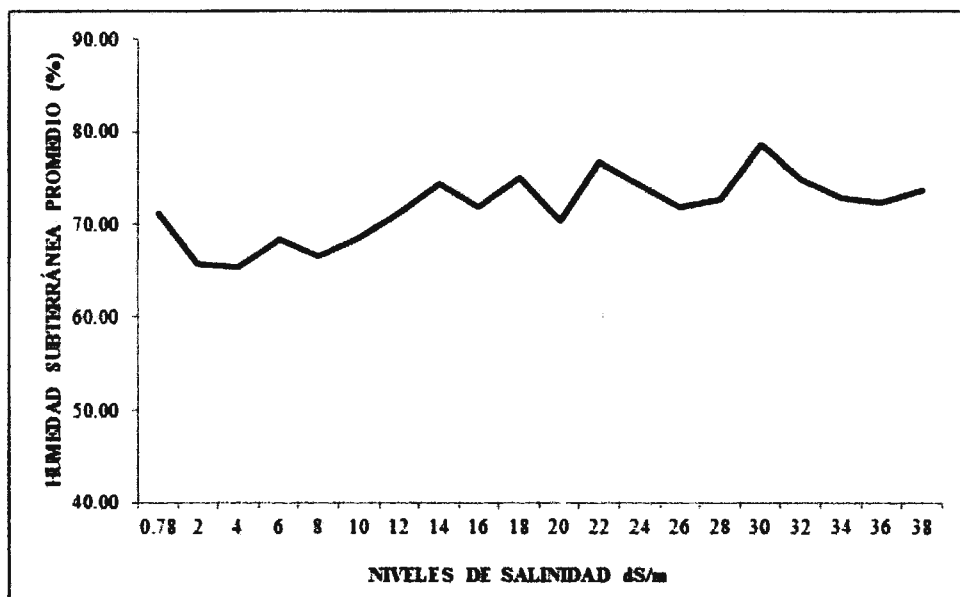
En el análisis de varianza se observa que el F calculado con valor 1,33 es inferior al F tabulado con valor de 1,85 con un nivel significativo del 5%, por lo tanto existe la evidencia estadística para decir que no se obtienen efectos diferentes (con la variación e los niveles de salinidad) en el contenido de humedad promedio (%) de la parte aérea en el cultivo de acelga (Anexo 16).



*Figura N° 19: Contenido de humedad promedio aérea de cada tratamiento*

### 4.3.3 Contenido de humedad de la parte subterránea (raíz)

En la *Tabla N° 17* se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad subterránea (%), representando los valores promedios obtenidos de cada tratamientos en la *Fig. N° 20* para observar el comportamiento que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad.



*Figura N° 20: Contenido de humedad promedio subterránea de cada tratamiento*

**Tabla N° 17: Contenido de humedad de la parte subterránea (raíces)**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Humedad (%)			Humedad Promedio (%)
		I	II	III	
T1	0,78	71,2	71,8	70,7	71,22
T2	2	69,3	62,4	65,5	65,71
T3	4	60,4	69,8	66,0	65,40
T4	6	71,0	69,5	64,6	68,37
T5	8	73,8	64,8	61,0	66,52
T6	10	61,2	77,8	66,7	68,54
T7	12	71,9	68,7	73,0	71,18
T8	14	75,8	72,3	75,0	74,36
T9	16	72,3	73,8	69,5	71,88
T10	18	75,4	73,1	76,5	75,00
T11	20	66,0	72,8	72,3	70,37
T12	22	76,6	73,5	80,0	76,71
T13	24	73,0	77,8	71,8	74,18
T14	26	76,0	68,9	70,8	71,91
T15	28	71,1	70,3	77,1	72,80
T16	30	77,1	83,0	75,6	78,57
T17	32	72,2	71,4	81,0	74,87
T18	34	77,1	75,0	66,7	72,94
T19	36	75,8	73,7	67,7	72,41
T20	38	70,6	70,2	80,6	73,80

Se puede observar que las variaciones son horizontales presentando un leve incremento conforme aumentan los niveles de salinidad.

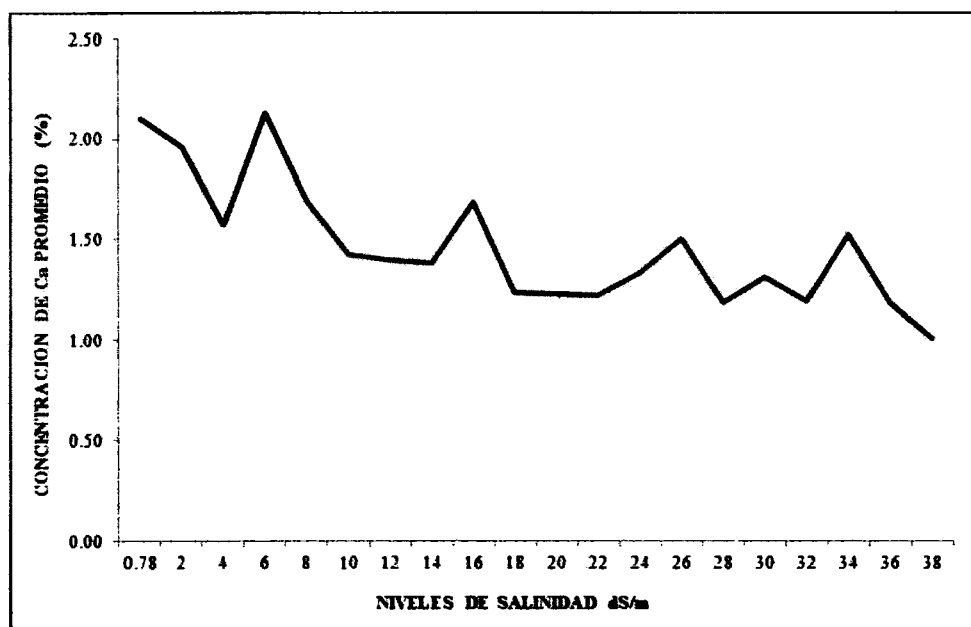
El estadístico F calculado es 2,07 y el tabulado a un nivel de significativo del 5% es de 1,85, donde el calculado supera al tabulado de manera no tan contundente como se observa en el peso fresco, peso seco y altura. Si se compara con F 2,39 tabulado de nivel de significancia del 1%, el F calculado no lo supera. Estadísticamente se puede decir que hay variación con al menos un nivel de salinidad en el contenido de humedad promedio (%) de la parte subterránea a un nivel de significación del 5%, pero habría que seguir con las investigaciones y utilizar niveles de salinidad mayores para verificar que se cumpla con la realidad, ya que no hay mucha evidencia estadística (Anexo 17).

Del análisis de DUNCAN, el efecto del tratamiento 16 (salinidad de 30 dS/m), es el que presenta mayor contenido de humedad (78,57 %), aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19 y 20 con niveles de salinidad 0,78 dS/m; 12 dS/m; 14 dS/m; 16 dS/m; 18 dS/m; 20 dS/m; 22 dS/m; 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m, respectivamente; y estos no son significativamente de un mayor efecto con respecto al resto de tratamientos. Los tratamientos 2, 3 y 5 con niveles de salinidad de 2 dS/m; 4 dS/m y 8 dS/m, respectivamente, son los que presentan menores valores de contenido de humedad de las raíces (%), aun cuando no son significativamente diferentes a los efectos de los tratamientos 4, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 18, 19 y 20 con nivel de salinidad de 6 dS/m; 10 dS/m; 12 dS/m; 16 dS/m; 20 dS/m; 24 dS/m; 26 dS/m; 28 dS/m; 34, dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m, respectivamente (Anexo 18).

#### 4.4 CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS

##### 4.4.1 Concentración de calcio

En la *Tabla N° 18* se muestran los resultados promedios de la concentración de calcio obtenidos para cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 21* para estudiar su comportamiento frente al aumento de los niveles de salinidad.



**Figura N° 21:** Concentración de Ca promedio de cada tratamiento

**Tabla N° 18: Concentración de calcio**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Concentración (%)			Concentración Promedio (%)
		I	II	III	
T1	0,78	2,71	1,66	1,93	2,10
T2	2	2,27	2,04	1,57	1,96
T3	4	1,69	1,61	1,43	1,58
T4	6	1,64	2,07	2,68	2,13
T5	8	1,77	1,65	1,67	1,70
T6	10	1,28	1,51	1,49	1,43
T7	12	1,19	1,50	1,51	1,40
T8	14	1,41	1,38	1,37	1,39
T9	16	1,65	1,71	1,70	1,69
T10	18	1,38	1,03	1,29	1,23
T11	20	1,33	1,30	1,05	1,23
T12	22	1,19	1,26	1,21	1,22
T13	24	1,12	1,47	1,42	1,34
T14	26	1,40	1,71	1,41	1,51
T15	28	1,34	1,00	1,22	1,19
T16	30	1,22	1,30	1,42	1,31
T17	32	1,21	1,17	1,20	1,19
T18	34	1,23	1,76	1,58	1,52
T19	36	1,12	1,42	1,02	1,19
T20	38	0,83	1,02	1,17	1,01

Se aprecia una tendencia a disminuir, pero en el camino se observan saltos. Además, se puede ver que con niveles altos de salinidad se obtienen valores más bajos de calcio.

El estadístico F calculado es 5,47 y el de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85; por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad son significativos a ese nivel. Tras el análisis de varianza se puede decir que existe evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los niveles de salinidad se obtiene un efecto diferente en la concentración de calcio en el cultivo de acelga (Anexo 19).

Del análisis DUNCAN, el tratamiento 4 con nivel de salinidad 6 dS/m presenta la mayor concentración de calcio, aun cuando no son significativamente diferentes a los efectos de los tratamientos 1 y 2 (nivel de salinidad de 0.78 dS/m y 2 dS/m



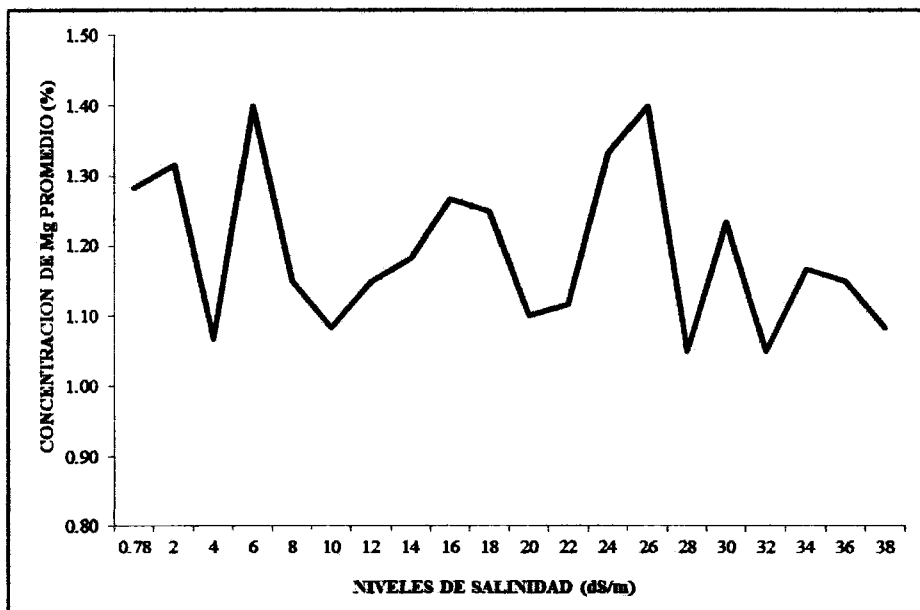
spectivamente). El tratamiento 20 (38 dS/m), presentó la menor concentración de calcio, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 y 19 con niveles de salinidad 10 dS/m, 12 dS/m, 14 dS/m, 16 dS/m, 20 dS/m, 22 dS/m, 24 dS/m, 28 dS/m, 30 dS/m, 32 dS/m y 36 dS/m, respectivamente (Anexo 20).

#### 4.2 Concentración de magnesio (%)

En la *Tabla N° 19* se muestran los resultados promedios de la concentración de magnesio de cada tratamiento, los que se han graficado en la *Fig. N° 22* para ver el comportamiento que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad (dS/m).

**Tabla N° 19: Concentración de magnesio**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Concentración (%)			Concentración Promedio (%)
		I	II	III	
T1	0,78	1,70	1,00	1,15	1,28
T2	2	1,35	1,25	1,35	1,32
T3	4	1,15	1,05	1,00	1,07
T4	6	1,10	1,50	1,60	1,40
T5	8	1,15	1,15	1,15	1,15
T6	10	1,05	1,20	1,00	1,08
T7	12	1,10	1,25	1,10	1,15
T8	14	1,05	1,05	1,45	1,18
T9	16	1,35	1,10	1,35	1,27
T10	18	1,55	1,10	1,10	1,25
T11	20	1,05	1,20	1,05	1,10
T12	22	1,05	1,25	1,05	1,12
T13	24	1,45	1,25	1,30	1,33
T14	26	1,05	1,95	1,20	1,40
T15	28	1,05	1,05	1,05	1,05
T16	30	1,10	1,30	1,30	1,23
T17	32	1,05	1,05	1,05	1,05
T18	34	1,05	1,25	1,20	1,17
T19	36	1,15	1,30	1,00	1,15
T20	38	1,05	1,00	1,20	1,08



**Figura N° 22:** Concentración de Mg promedio de cada tratamiento

Se puede observar que no existe una tendencia a disminuir conforme aumentan los niveles de salinidad (dS/m), sino se presentan cambios horizontales.

El estadístico de prueba valor de F calculado es 1,09 y el valor F de tabla para un nivel de significación del 5% es 1,85 por lo tanto el efecto de los niveles de salinidad no son significativos a ese nivel. Existe evidencia estadística para decir que no se obtienen efectos diferentes en la concentración de magnesio en el cultivo de acelga (Anexo 21).

#### 4.4.3 Concentración de sulfatos (%)

En la *Tabla N° 20* se muestran los valores promedios obtenidos de la concentración de sulfatos para cada tratamiento, los cuales se representan en la *Fig. N° 23* para ver el comportamiento que presentan al incrementarse los niveles de salinidad.

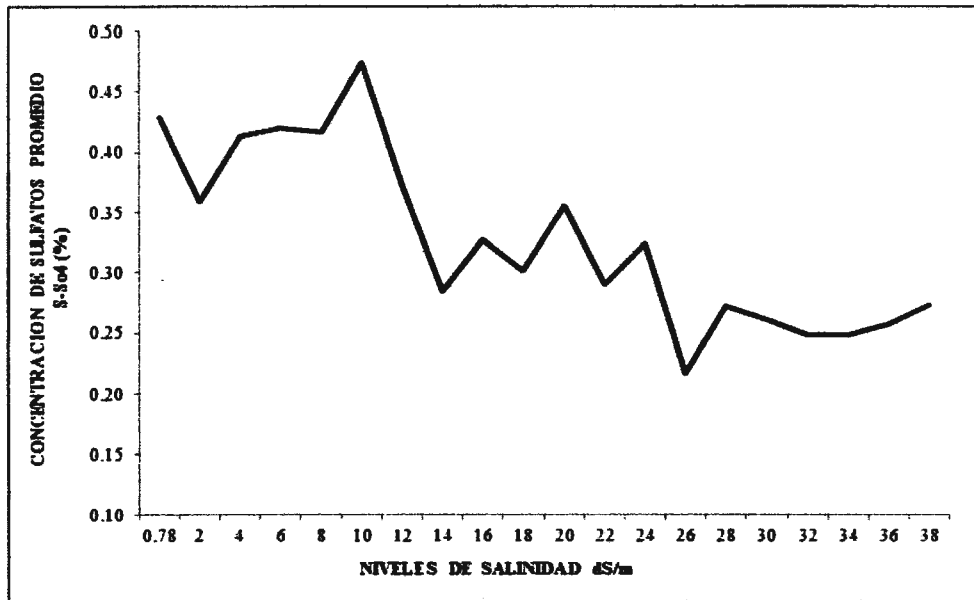
Se puede notar una caída en el nivel de salinidad de 10 dS/m, donde a partir de ahí la concentración varía horizontalmente, para después presentar cierta caída y mantenerse casi constante a partir del nivel de salinidad de 28 dS/m, donde la concentración de azufre se resiste a seguir disminuyendo.

El valor del estadístico de F calculado es 6,39 el cual supera al F tabulado con valor 1,85 para un nivel de significación del 5 %, lo cual indica que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos un nivel de salinidad se obtiene un valor diferente en la concentración de azufre (Anexo 22).

**Tabla N° 20: Concentración de sulfatos**

Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Concentración (%)			Concentración Promedio (%)
		I	II	III	
T1	1	0,47	0,46	0,36	0,43
T2	2	0,32	0,37	0,38	0,36
T3	4	0,40	0,40	0,44	0,41
T4	6	0,40	0,44	0,42	0,42
T5	8	0,40	0,50	0,35	0,42
T6	10	0,49	0,37	0,56	0,47
T7	12	0,35	0,44	0,32	0,37
T8	14	0,30	0,26	0,30	0,29
T9	16	0,39	0,32	0,27	0,33
T10	18	0,28	0,34	0,28	0,30
T11	20	0,33	0,40	0,33	0,36
T12	22	0,32	0,27	0,29	0,29
T13	24	0,41	0,26	0,31	0,32
T14	26	0,18	0,24	0,24	0,22
T15	28	0,29	0,29	0,23	0,27
T16	30	0,27	0,28	0,24	0,26
T17	32	0,25	0,21	0,29	0,25
T18	34	0,25	0,22	0,27	0,25
T19	36	0,35	0,22	0,20	0,26
T20	38	0,27	0,25	0,30	0,27

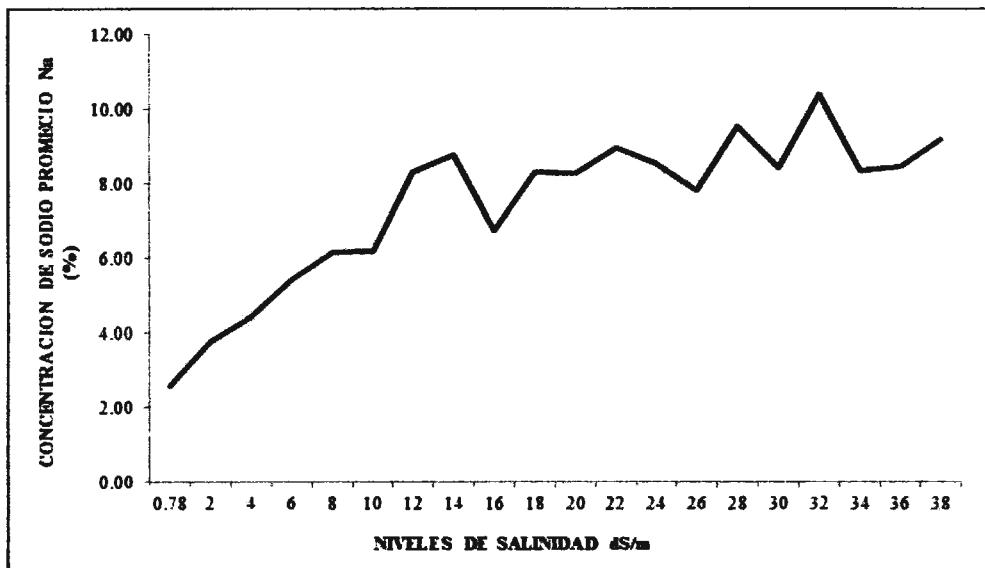
Del análisis de DUNCAN, el tratamiento 6 con nivel de salinidad de 10 dS/m presenta el mayor valor de concentración de azufre, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 1, 3, 4 y 5 con niveles de salinidad de 0,78 dS/m; 4 dS/m; 6 dS/m y 8 dS/m, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento 14, con nivel de salinidad de 26 dS/m, presenta el menor valor de concentración de azufre aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 8, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 con niveles de salinidad 14 dS/m; 18 dS/m; 22 dS/m; 28 dS/m; 30 dS/m; 32 dS/m; 34 dS/m; 36 dS/m y 38 dS/m, respectivamente (Anexo 23).



*Figura N° 23: Concentración de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> promedio de cada tratamiento*

#### 4.4.4 · Concentración de sodio (%)

En la *Tabla N° 21* se muestran los valores promedios de la concentración de sodio obtenidos en cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 24* para ver la variación que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad (dS/m).



*Figura N° 24: Concentración de Na promedio de cada tratamiento*

Se observa que la concentración de sodio tiende a incrementarse conforme aumentan los niveles de salinidad en el agua de riego, lo cual indica que el sodio se acumula en el

follaje del cultivo de acelga de acuerdo a la mayor adición de NaCl al suelo. El incremento es de forma lineal hasta el nivel de salinidad 10 dS/m, a partir de ahí sigue incrementándose la concentración de sodio pero con oscilaciones, lo que supone que el cultivo muestra cierta resistencia a seguir acumulando sodio en el follaje. Las concentraciones mayores de sodio se obtienen en los niveles de salinidad más altos.

**Tabla N° 21: Concentración de sodio**

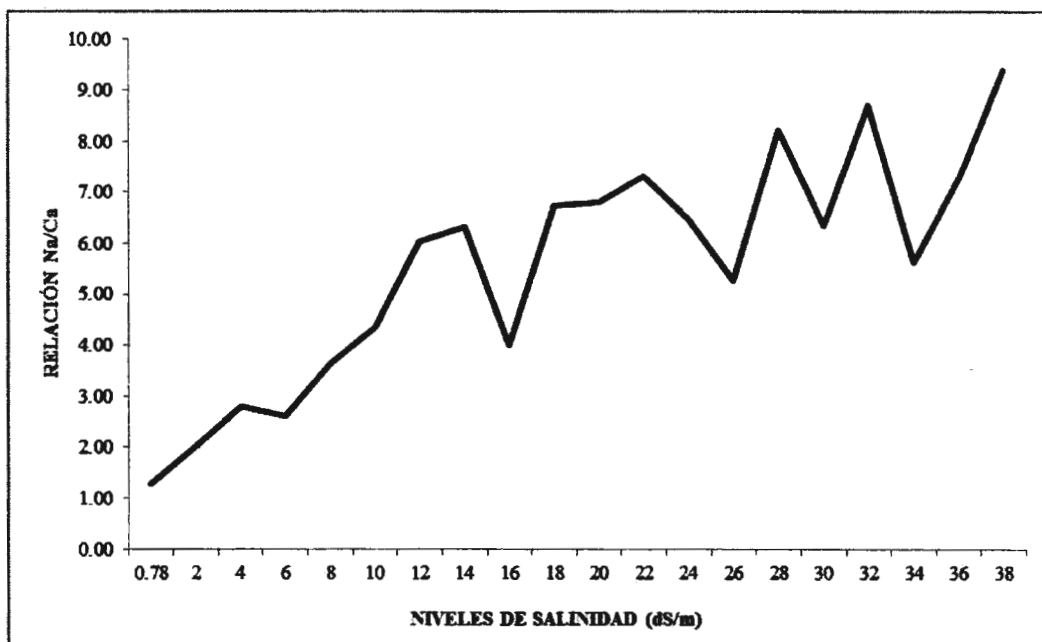
Clave	Niveles de salinidad (dS/m)	Concentración (%)			Concentración Promedio (%)
		I	II	III	
T1	0,78	2,55	2,35	2,85	2,58
T2	2	4,05	2,60	4,70	3,78
T3	4	5,05	3,75	4,40	4,40
T4	6	5,10	4,75	6,35	5,40
T5	8	5,55	7,20	5,65	6,13
T6	10	5,85	6,85	5,90	6,20
T7	12	8,95	9,15	6,75	8,28
T8	14	7,95	8,45	9,85	8,75
T9	16	6,30	5,40	8,50	6,73
T10	18	8,15	6,80	9,90	8,28
T11	20	9,25	7,30	8,25	8,27
T12	22	7,60	10,50	8,75	8,95
T13	24	8,50	9,75	7,40	8,55
T14	26	8,65	6,75	7,95	7,78
T15	28	8,45	9,85	10,35	9,55
T16	30	7,25	7,15	10,80	8,40
T17	32	10,65	11,60	8,90	10,38
T18	34	8,25	6,40	10,35	8,33
T19	36	10,35	7,75	7,30	8,47
T20	38	10,25	8,35	8,95	9,18

El estadístico de F calculado es 8,11 sobrepasando al tabulado con valor 1,85 para un nivel de significación del 5 %, por tal motivo existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos un nivel de salinidad se obtiene un valor diferente en la concentración de sodio (Anexo 24).

Del análisis DUNCAN, el tratamiento 17 (salinidad 32 dS/m) es el que presenta mayor valor de concentración de sodio, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19 y 20 (niveles de salinidad 12 dS/m, 14 dS/m, 18 dS/m, 20 dS/m, 22 dS/m, 24 dS/m, 28 dS/m, 30 dS/m, 34 dS/m, 36 dS/m y 38 dS/m, respectivamente). El valor más bajo se obtuvo con el tratamiento 1 (salinidad 0,78 dS/m), aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 2 y 3 con nivel de salinidad de 2 dS/m y 4 dS/m (Anexo 25).

#### 4.4.5 Relación Na/Ca

En la *Tabla N° 22* se muestran los valores promedios de la relación Na/Ca obtenidos en cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 25* para ver la variación que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad (dS/m).



*Figura N° 25: Relación Na/Ca promedio de cada tratamiento*

El estadístico de F calculado es 10,13 sobrepasando al tabulado con valor 1,85 para un nivel de significación del 5 %, por tal motivo existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos un nivel de salinidad se obtiene un valor diferente en la concentración de sodio (Anexo 26).

**Tabla N° 22: Relación Na/Ca**

Clave	Nivele de salinidad (dS/m)	Repeticiones			Promedio relación Na/Ca
		I	II	III	
T1	0.78	0.94	1.42	1.48	1.28
T2	2	1.78	1.27	2.99	2.02
T3	4	2.99	2.33	3.08	2.80
T4	6	3.11	2.29	2.37	2.59
T5	8	3.14	4.36	3.38	3.63
T6	10	4.57	4.54	3.96	4.36
T7	12	7.52	6.10	4.47	6.03
T8	14	5.64	6.12	7.19	6.32
T9	16	3.82	3.16	5.00	3.99
T10	18	5.91	6.60	7.67	6.73
T11	20	6.95	5.62	7.86	6.81
T12	22	6.39	8.33	7.23	7.32
T13	24	7.59	6.63	5.21	6.48
T14	26	6.18	3.95	5.64	5.25
T15	28	6.31	9.85	8.48	8.21
T16	30	5.94	5.50	7.61	6.35
T17	32	8.80	9.91	7.42	8.71
T18	34	6.71	3.64	6.55	5.63
T19	36	9.24	5.46	7.16	7.29
T20	38	12.35	8.19	7.65	9.40

Del análisis DUNCAN, el tratamiento 20 con nivel de salinidad de 38 dS/m es el que presenta mayor valor en la relación Na/Ca, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 17, 15, 12 y 19 con niveles de salinidad de 32 dS/m, 28 dS/m, 22 dS/m y 36 dS/m respectivamente. El valor más bajo se obtuvo con el tratamiento 1 con nivel de salinidad de salinidad 0,78 dS/m, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 2, 3 y 4 con nivel de salinidad de 2 dS/m, 4 dS/m y 6 dS/m respectivamente (Anexo 27).

#### 4.4.6 Relación Na/Mg

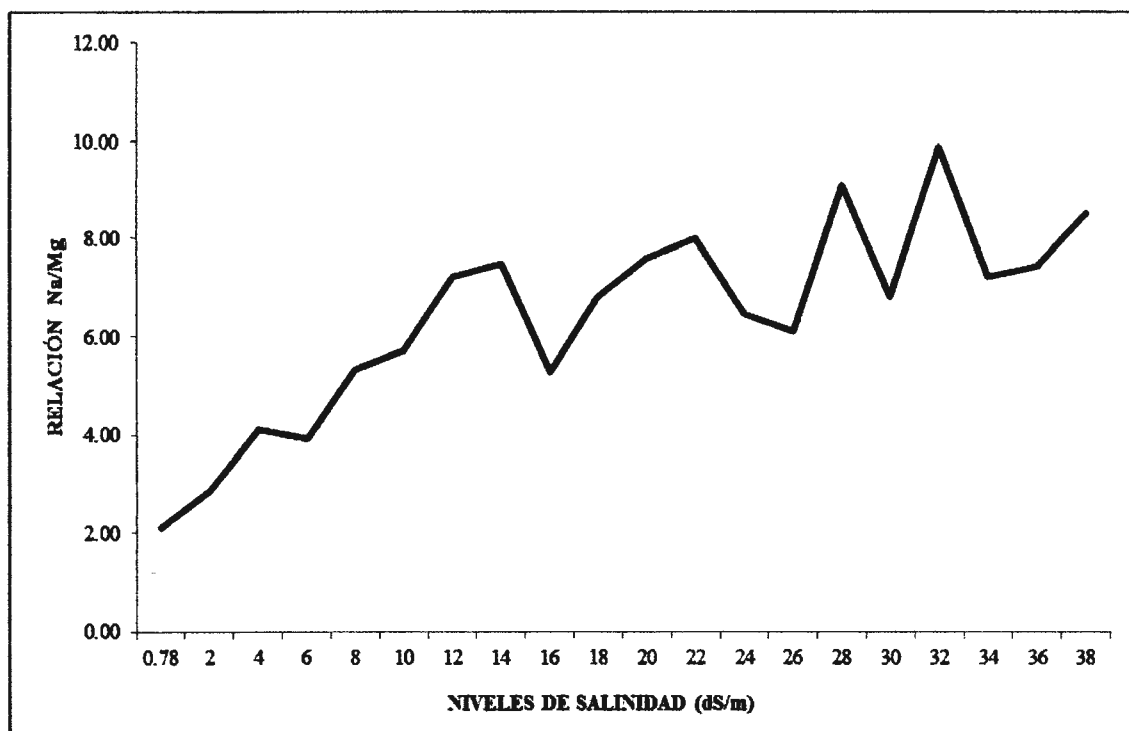
En la *Tabla N° 23* se muestran los valores promedios de la relación Na/Mg obtenidos en cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 26* para ver la variación que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad (dS/m).

*Tabla N° 23: Relación Na/Mg*

Clave	Nivele de salinidad (dS/m)	Repeticiones			Promedio relación Na/Mg
		I	II	III	
T1	0.78	1.50	2.35	2.48	2.11
T2	2	3.00	2.08	3.48	2.85
T3	4	4.39	3.57	4.40	4.12
T4	6	4.64	3.17	3.97	3.92
T5	8	4.83	6.26	4.91	5.33
T6	10	5.57	5.71	5.90	5.73
T7	12	8.14	7.32	6.14	7.20
T8	14	7.57	8.05	6.79	7.47
T9	16	4.67	4.91	6.30	5.29
T10	18	5.26	6.18	9.00	6.81
T11	20	8.81	6.08	7.86	7.58
T12	22	7.24	8.40	8.33	7.99
T13	24	5.86	7.80	5.69	6.45
T14	26	8.24	3.46	6.63	6.11
T15	28	8.05	9.38	9.86	9.10
T16	30	6.59	5.50	8.31	6.80
T17	32	10.14	11.05	8.48	9.89
T18	34	7.86	5.12	8.63	7.20
T19	36	9.00	5.96	7.30	7.42
T20	38	9.76	8.35	7.46	8.52

El estadístico de F calculado es 8,23 sobrepasando al tabulado con valor 1,85 para un nivel de significación del 5 %, por tal motivo existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos un nivel de salinidad se obtiene un valor diferente en la concentración de sodio (Anexo 28).





**Figura N° 26: Relación Na/Mg promedio de cada tratamiento**

Del análisis DUNCAN, el tratamiento 17 con nivel de salinidad de 32 dS/m es el que presenta mayor valor en la relación Na/Mg, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 12, 15 y 20 con niveles de salinidad de 22 dS/m, 28 dS/m y 38 dS/m respectivamente. El valor más bajo se obtuvo con el tratamiento 1 con nivel de salinidad de salinidad 0,78 dS/m, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 2, 3 y 4 con nivel de salinidad de 2 dS/m, 4 dS/m y 6 dS/m respectivamente (Anexo 29).

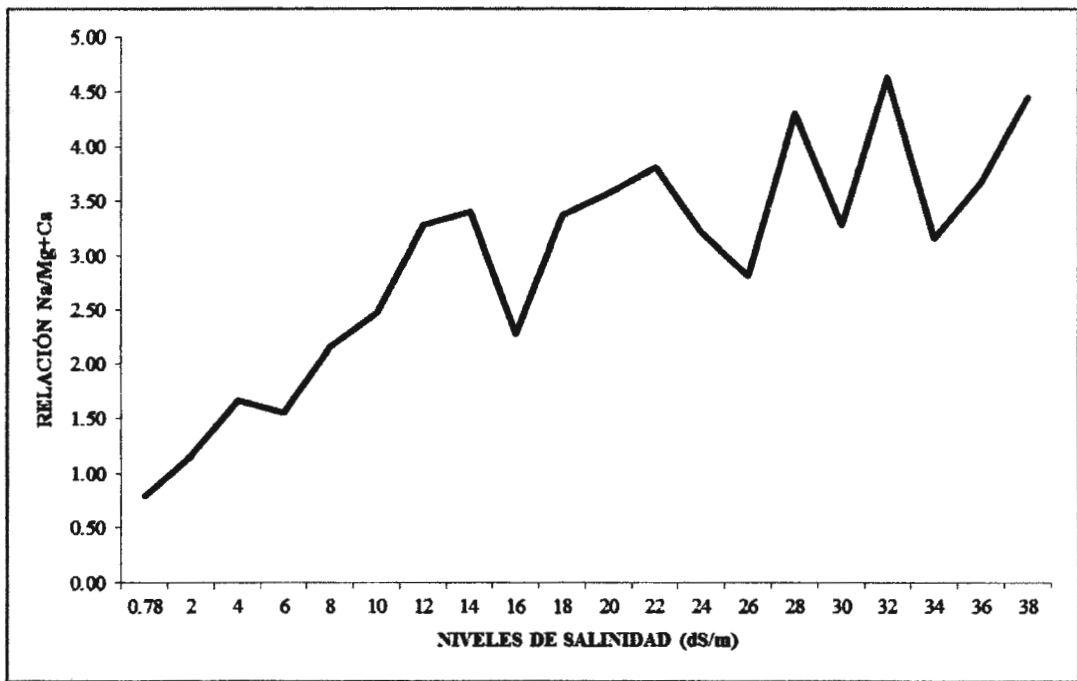
#### **4.4.7 Relación Na/Ca+Mg**

En la *Tabla N° 24* se muestran los valores promedios de la relación Na/Ca+Mg obtenidos en cada tratamiento, los cuales han sido graficados en la *Fig. N° 27* para ver la variación que presentan frente al incremento de los niveles de salinidad (dS/m).

**Tabla N° 24: Relación Na/Ca+Mg**

Clave	Nivele de salinidad (dS/m)	Repeticiones			Promedio relación Na/Ca+Mg
		I	II	III	
T1	0.78	0.58	0.88	0.93	0.80
T2	2	1.12	0.79	1.61	1.17
T3	4	1.78	1.41	1.81	1.67
T4	6	1.86	1.33	1.48	1.56
T5	8	1.90	2.57	2.00	2.16
T6	10	2.51	2.53	2.37	2.47
T7	12	3.91	3.33	2.59	3.27
T8	14	3.23	3.48	3.49	3.40
T9	16	2.10	1.92	2.79	2.27
T10	18	2.78	3.19	4.14	3.37
T11	20	3.89	2.92	3.93	3.58
T12	22	3.39	4.18	3.87	3.82
T13	24	3.31	3.58	2.72	3.20
T14	26	3.53	1.84	3.05	2.81
T15	28	3.54	4.80	4.56	4.30
T16	30	3.13	2.75	3.97	3.28
T17	32	4.71	5.23	3.96	4.63
T18	34	3.62	2.13	3.72	3.16
T19	36	4.56	2.85	3.61	3.67
T20	38	5.45	4.13	3.78	4.45

El estadístico de F calculado es 10,51 sobrepasando al tabulado con valor 1,85 para un nivel de significación del 5 %, por tal motivo existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos un nivel de salinidad se obtiene un valor diferente en la concentración de sodio (Anexo 30).



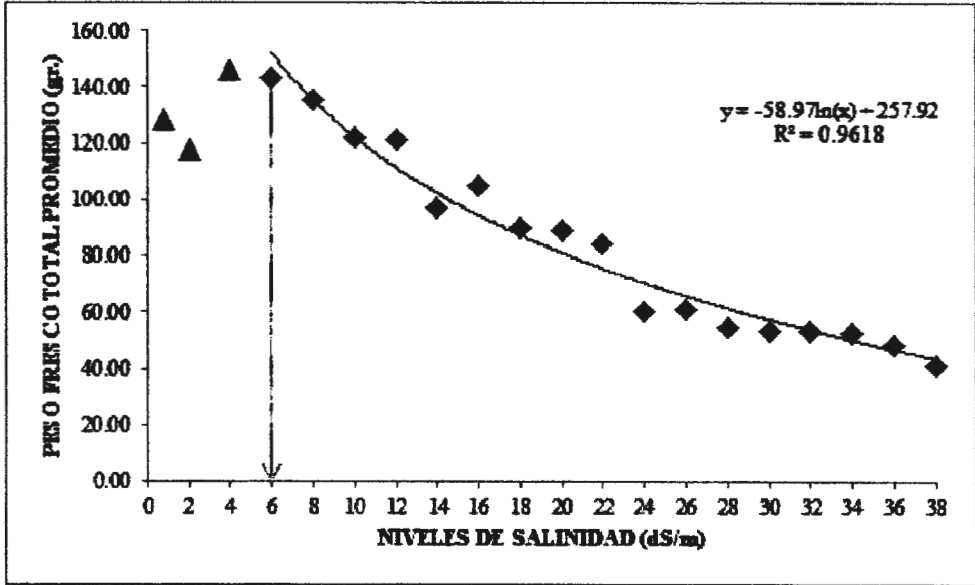
*Figura N° 27: Relación Na/Ca+Mg promedio de cada tratamiento*

Del análisis DUNCAN, el tratamiento 17 con nivel de salinidad de 32 dS/m es el que presenta mayor valor en la relación Na/Ca+Mg, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 11, 12, 15 y 20 con niveles de salinidad de 20 dS/m, 22 dS/m, 28 dS/m y 38 dS/m respectivamente. El valor más bajo se obtuvo con el tratamiento 1 con nivel de salinidad de salinidad 0,78 dS/m, aun cuando no es significativamente diferente a los efectos de los tratamientos 2, 3 y 4 con nivel de salinidad de 2 dS/m, 4 dS/m y 6 dS/m respectivamente (Anexo 31).

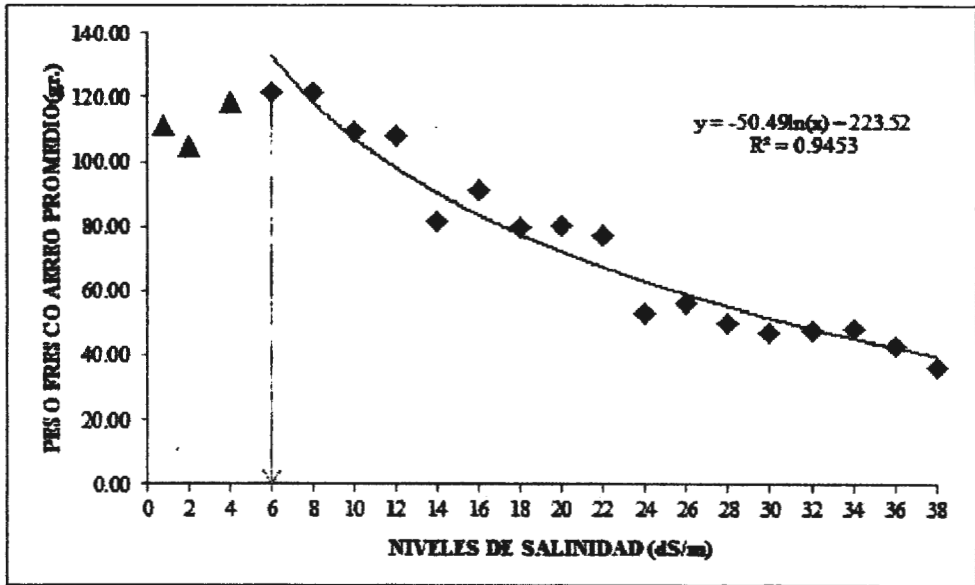
#### **4.5 RELACION ENTRE LAS VARIABLES Y NIVELES DE SALINIDAD**

Se ha determinado que las variables peso (fresco y seco) y altura tienden a disminuir cuando el agua de riego alcanza un determinado nivel de salinidad. Esto lo hacen de manera muy parecida a una línea de tendencia logarítmica y lineal respectivamente (según los coeficientes de determinación obtenidos). USDA (1954) menciona que el desarrollo de la planta es una función del esfuerzo total de humedad del suelo, que a su vez está representado por la suma de la tensión de humedad y la presión osmótica de la solución suelo.

Tanto el peso fresco total y el aéreo tienden a disminuir aproximándose a una línea de tendencia logarítmica. Comienzan a presentar esa tenencia a partir del nivel de salinidad con conductividad eléctrica de 6 dS/m, como se muestra en las *Fig. N° 28 y N° 29*.

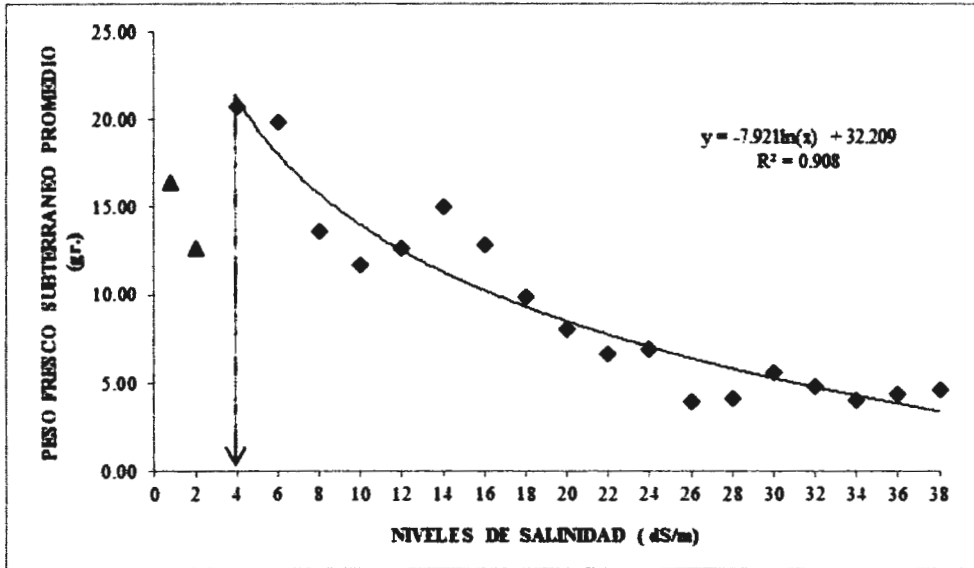


*Figura N° 28: Peso fresco total vs Niveles de salinidad*



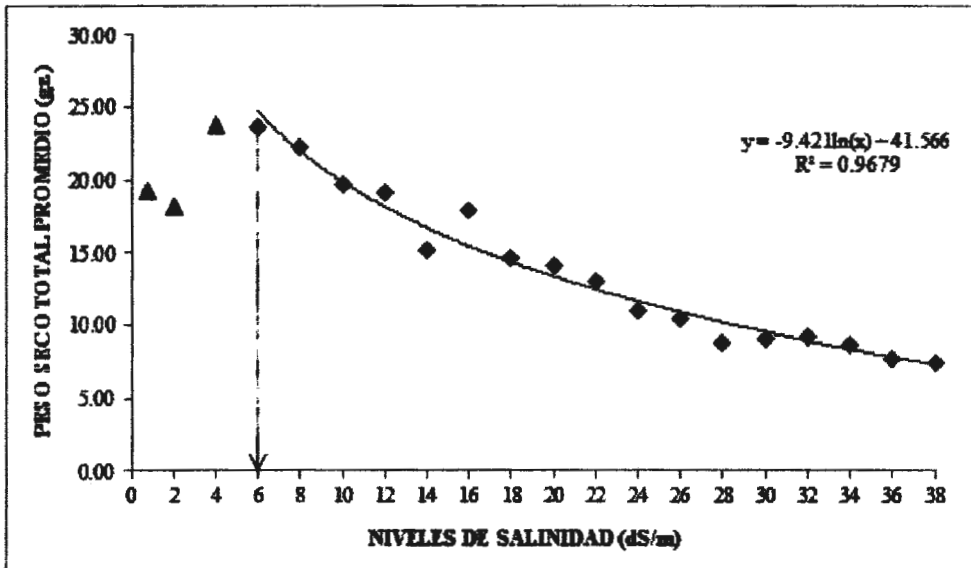
*Figura N° 29: Peso fresco aéreo vs Niveles de salinidad*

El peso fresco subterráneo también muestra una tendencia logarítmica, pero la presenta a partir del nivel de salinidad con conductividad eléctrica de 4 dS/m (*Fig. N° 30*).

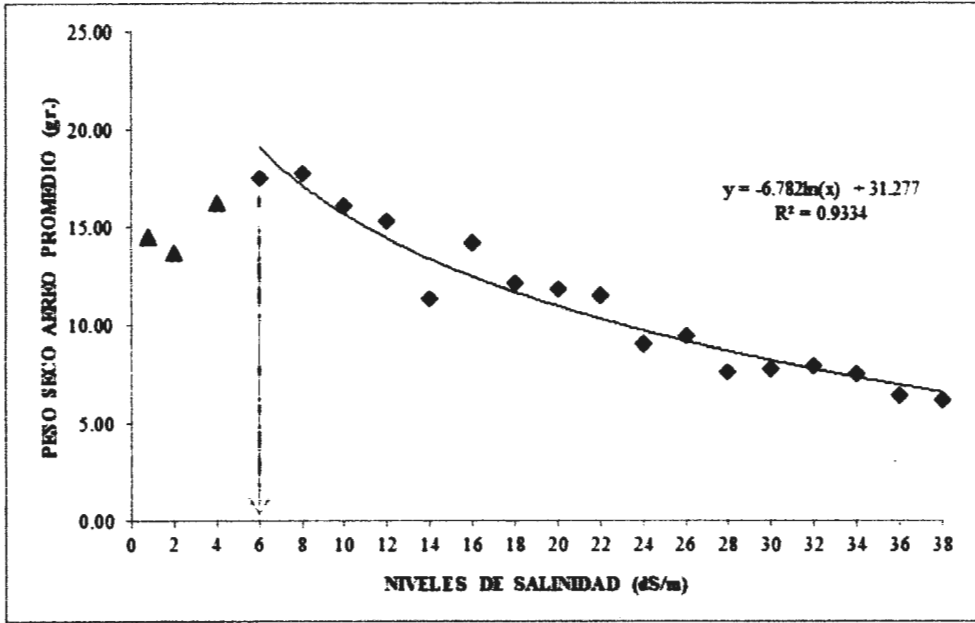


**Figura N° 30: Peso fresco subterráneo vs Niveles de salinidad**

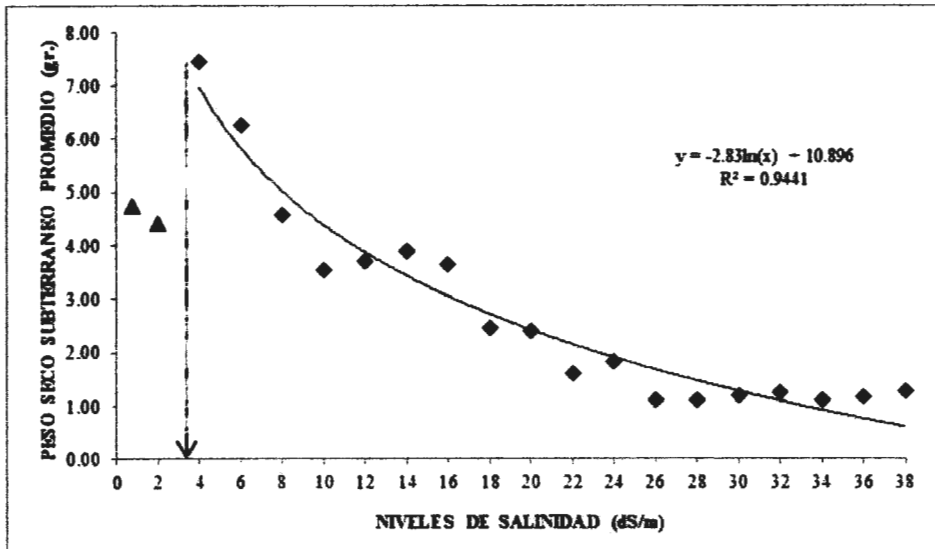
De igual forma sucede con los pesos: seco total, aéreo y subterráneo, presentando las mismas características que el peso fresco. Tanto el peso seco total y aéreo tienden a disminuir en el nivel de salinidad de 6 dS/m, aproximándose a una línea de tendencia logarítmica; el peso seco subterráneo comienza a presentar este comportamiento en el nivel de salinidad de 4 dS/m (Fig. N° 31, N° 32 y N° 33).



**Figura N° 31: Peso seco total vs Niveles de salinidad**

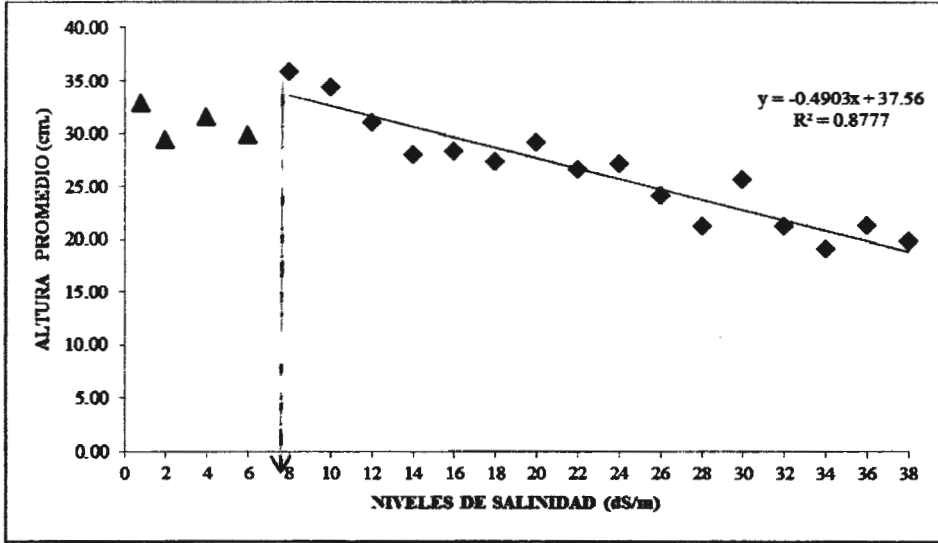


*Figura N° 32: Peso seco aéreo vs Niveles de salinidad*



*Figura N° 33: Peso seco subterráneo vs Niveles de salinidad*

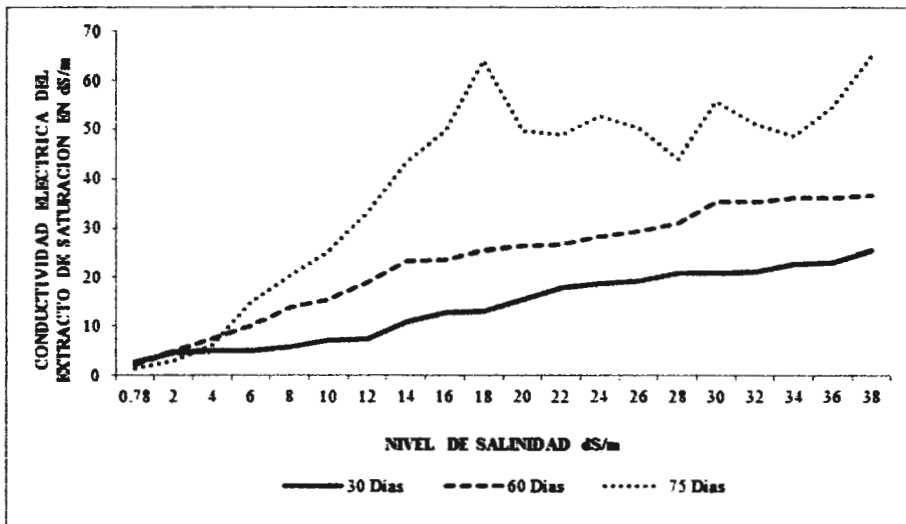
En el caso de la altura de plantas, el comportamiento es diferente al de los pesos (fresco o seco). Como se muestra en la Fig. N° 34, la altura tiende a disminuir cuando el agua de riego alcanza un nivel de salinidad con conductividad eléctrica de 8 ds/m y lo hace aproximándose a una línea de tendencia lineal.



*Figura N° 34: Altura vs Niveles de salinidad*

#### 4.6 VARIACIÓN DEL pH Y DE LA SALINIDAD DEL SUELO

En el Anexo 32 se muestran los resultados de los monitores que se realizaron del pH y de la conductividad eléctrica del extracto de saturación (CEe) del suelo a lo largo de la prueba. Se aprecia que el pH no tuvo variaciones contundentes, lo que no sucede en el caso de la CEe donde si hay cambios notorios. Los valores promedios de la CEe de cada tratamiento en las tres etapas de muestreo se presentan en la *Fig. N° 35*, donde se puede apreciar cómo se han ido acumulando las sales (expresados en dS/m) durante la prueba en campo conforme se ha ido aplicando el agua de riego.



*Figura N° 35: Variación de la salinidad del suelo durante la prueba*

Se observa que entre los niveles de salinidad 0,78 dS/m y 4 dS/m la CEE casi no varía en el tiempo, pero aumenta conforme se incrementan los niveles de salinidad. Esto se debe a que el cultivo de acelga consume parte de los iones del NaCl para su metabolismo dejando una menor concentración en la solución del suelo permitiendo que estas no se acumulen en el tiempo. A partir de los 4 dS/m, ingresa más sal de lo que la planta puede consumir y/o almacenar en su tejido haciendo que se acumule en el tiempo, ya que la línea del comportamiento del último muestreo (75 días) está por encima del segundo (60 días), y este por encima del primero (30 días). Esto explica porque entre los niveles 0,78 y 4 dS/m hubo un incremento en las variables peso fresco y peso seco; y se mantienen altos hasta los niveles de salinidad del agua de riego de 6 dS/m y 8 dS/m dependiendo de la zona (total, aérea o subterránea), donde comienzan a disminuir conforme incrementa el nivel de salinidad del agua de riego. Para estos niveles de salinidad del agua de riego (0,78 dS/m, 2 dS/m, 4 dS/m, 6 dS/m y/o 8 dS/m), el extracto de saturación contiene cierta concentración de NaCl y/o presenta una conductividad eléctrica que la planta tolera e inclusive ayuda en su desarrollo.

Es evidente que para los mayores tratamientos la CEE iba a ser mayor, pero no se sabía cuál sería la CEE máxima, ya que la solución del suelo llega a un punto en el cual se satura de sales y a pesar de que hay humedad, la planta no la toma o lo hace con dificultad por la presión osmótica que aumenta directamente con la cantidad de sales en la solución del suelo y hace que la tensión de humedad de este aumente. Por lo tanto al seguir regando y al estar llenos los macroporos o solución suelo con aguas que no está disponible para la planta, las sales se lavan y se pierden por percolación profunda producto de la gravedad.

También se aprecia que en el tercer muestreo (75 días) a partir del tratamiento con nivel de salinidad de 18 dS/m, la CEE llega hasta 63,87 dS/m, deja de incrementar y comienza a variar horizontalmente, ya que el extracto de saturación se resiste a acumular más iones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . En *Tabla N ° 25* se muestra cuanto disminuyeron con respecto al primer tratamiento con nivel de salinidad de 0,78 dS/m las variables peso fresco, seco y altura para esa CEE alcanzada. En los Anexos 33, 34 y 35 se muestran las figuras donde se resumen los valores de la CEE en los tres muestreos y los valores de las variables del peso seco, peso fresco y altura para cada tratamiento o nivel de salinidad (dS/m).



**Tabla N° 25: Variación de resultados del nivel de salinidad de 18 dS/m con respecto al tratamiento 1**

	<b>Peso fresco (%)</b>	<b>Peso seco (%)</b>	<b>Altura (%)</b>
<b>Total</b>	30	24	
<b>Aéreo</b>	28	16,25	27
<b>Subterráneo</b>	40	44,78	

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- **Visualmente el cultivo de acelga solamente presentó variación en el tamaño conforme aumentó los niveles de salinidad en el agua de riego, hasta 38 dS/m. Todas sobrevivieron hasta la cosecha. Las plantas tratadas con niveles más altos de salinidad presentaron color verde oscuro en sus hojas, no presentando apariencia de sequía.**
- **El cultivo de acelga presentó disminución de los pesos seco y fresco a partir de los niveles de 6 dS/m u 8 dS/m en el agua de riego, pero mostró incremento desde los niveles más bajos hasta los niveles indicados, lo que muestra que hasta esos niveles de salinidad en el agua de riego se crea en el suelo condiciones favorables para el desarrollo de este cultivo.**
- **El peso aéreo seco presentó una disminución significativa a partir de 16 dS/m. El peso total fresco, total seco y aéreo fresco presentaron una disminución significativa de su valor en el nivel de salinidad de 12 dS/m.**
- **El incremento de los niveles de salinidad en el agua de riego afectó en forma drástica al peso seco de la zona radicular, a comparación de la zona aérea, ya que comienza significativamente a presentar efectos negativos a partir del nivel de salinidad 8 dS/m, al igual que en el peso subterráneo fresco.**
- **El tamaño de la planta fue afectada conforme incrementó los niveles de salinidad en el agua de riego, pero no de manera drástica como en los pesos. Comenzó a ser afectada significativamente a partir del nivel de salinidad de 14 dS/m.**
- **La disminución de los pesos de materia fresca y seca se aproxima a una línea de tendencia logarítmica y el tamaño a una de tendencia lineal.**
- **No hubo variaciones significativas en el contenido de humedad total, aérea y subterránea, lo que indica que no hubo sequía fisiológica en el cultivo de acelga. Se puede deducir que el cultivo de acelga modificó su metabolismo para que con la poca agua disponible que tenía (producto del aumento del potencial osmótico**

en el suelo) pueda sobrevivir utilizando toda su energía para absorber agua y limitar su crecimiento.

- No hubo variaciones significativas en la toma de nutrientes de Mg.
- El incremento de los niveles de salinidad afectó significativamente la absorción de Sulfatos conforme aumentaban los niveles de salinidad en el agua de riego a partir de 12 dS/m.
- El incremento de los niveles de salinidad afectó significativamente la absorción de Ca, ya que presentó valores más bajos conforme aumentaban los niveles de salinidad a partir de 8 dS/m.
- Hubo acumulación de Na en el follaje del cultivo de acelga, porque aumentaba la concentración significativamente conforme aumentó los niveles de salinidad en el agua de riego a partir de 4 dS/m. La excesiva acumulación de Na en la planta hizo que incrementara su potencial osmótico interno facilitando el flujo del agua del suelo hacia ella y evitar lo contrario; lo cual hubiera ocasionado sequía fisiológica en los tratamientos más altos.
- La CEE donde hubo resistencia a seguir aumentando la salinidad en el suelo fue de 63,87 dS/m para un nivel de salinidad en el agua de riego de 18 dS/m y la máxima que se presentó fue de 65,2 dS/m para un nivel de salinidad en el agua de riego de 38 dS/m.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Repetir la fase experimental para la etapa de germinación, ya que ciertas especies muy tolerantes a las sales durante su desarrollo suelen ser muy sensibles en su etapa de germinación.
- Realizar el experimento con otros métodos de riego, para ver si varía la tolerancia a las sales por parte del cultivo de acelga.
- Proseguir con las investigaciones con el cultivo de acelga utilizando fertilización y otro tipo de sales.

- **Proseguir con las investigaciones con niveles de salinidad mayores para determinar en qué nivel de salinidad en el agua de riego el cultivo de acelga comienza a presentarse apariencia de sequía o presenta sequía fisiológica.**
- **En posteriores investigaciones ligadas al cultivo de acelga y a la salinidad determinar la concentración de otros elementos como P, N, K y Cl.**

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Alcázar, L. 1988. *Efecto de la salinidad y fertilización en el rendimiento de lechuga cultivada en arena utilizando riego por el goteo*. Tesis Ingeniero Agrícola. UNALM. 66 pp.
- Allison, L. 1964. *Salinity in relation to irrigation*. Adv. Agron. 16: 139-180.
- Allison, L. 1972. *Effect of synthetic Polyelectrolytes on the structure of saline and alkali soils science*. Pag: 443-453.
- ArgenteL, L., Gonzales, M. y Plana, R. 2006. *Respuesta de 12 variedades de trigo a la salinidad en las etapas iniciales del crecimiento*. Cultivos Tropicales, 2006, vol. 27, N° 3, p. 41-44.
- ArgenteL, L., Lopes, R.D., Gonzales, L.M., Lopez, R.C. y Gómez, E. 2010. *Evaluación de la tolerancia a la salinidad en estadios tempranos y finales del desarrollo en triticales (x triticum secale)*. Cultivos Tropicales, 2010, vol. 31, no. 1, p. 48-53.
- Bello, M. 2001. *Evaluación comparativa de cinco fertilizantes nitrogenados, en dos cultivos indicadores: maíz y cebada en dos tipos de suelo, arenoso y franco arcilloso; bajo condiciones de invernadero*. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. 155 pp.
- Bustamante, C. 1991. *Influencia de dos frecuencias de riego por goteo en el tomate cultivado en arena y utilizando agua salina y fertilización incorporada*. Tesis Ingeniero Agrícola. UNALM. 82 pp.
- Cabalceta, G. y Cordero, A. 1991. *Efectos de salinidad en arroz bajo riego en Guanacaste, Costa Rica*. Agronomía Costarricense: 15(112): 167-172.
- Cabrera, M., Gutiérrez, L., Penichet, H., Lago, E., Pérez, M., Mendoza, M.J. 2005. *Comportamiento de variedades cubanas de trigo (Triticum aestivum) ante condiciones de estrés hídrico y salino*. En: Memoria. Congreso Internacional de Riego y Drenaje. Octubre, 25-28. La Habana, Cuba. 2005. p. 428 – 437.

- Casas, A. 1990. *Influencias de tres niveles de salinidad en el agua de riego en el tomate cultivado en pozas de arena y utilizando riego por goteo y con fertilización incorporada*. Tesis Ingeniero Agrícola. UNALM. 82 pp.
- Clavero, T. y Razz, R. 2002. *Efecto de la salinidad en el recimiento de *Gliricidia sepium**. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 517-518.
- Cruz-Romero, G. 1983. *Tolerancia de las plantas a la salinidad*. En: Reunión Inter. Suelos afectados por sales en Amér. Latina. Maracay, Octubre 1983. 17 pp.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W. 1976. *Las necesidades de agua en los cultivos*. Publicación N° 24 FAO. Roma 2° edición. 194 pp.
- Downton, W. 1977. *Photosynthesis in salt stressed grapevines*. Aust. J. Pl. Physiol. 4: 183-192.
- Gonzales, L, M. Ramírez, R y López, R. 1998. *Efecto de diferentes niveles de salinidad en el crecimiento y la acumulación de biomasa de plántulas de *Leucaena leucocephala**. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, Bayamo, Granma, Cuba.
- García, M., García, G. y Sanabria, M.E. 2010. *Efecto de la salinidad sobre el crecimiento, daño oxidativo y concentración foliar de metabolitos secundarios en dos variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris L.*)*. Interciencia Vol. 35 N° 11. Nov 2010.
- Hoffman y Jobes. 1977. *Growth and water relations of cereal crops as influenced by salinity and relative humidity*. Agron. Jour 70: 765-769.
- Lesmes, R., Molano, A., Miranda, D. y Chaves, B. 2007. *Evaluación de concentraciones de sal (NaCl) en el agua de riego sobre el crecimiento de lechuga 'Batavia' (*Lactuca sativa L.*)*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 1 - No.2 - pp. 222-235.
- Menéndez, A., Baños, R. y Otero, L. 2008. *Salinidad y uso de aguas salinas para la irrigación de cultivos y forrajes*. Ciencia y Tecnología Ganadera Vol.2 No. 1, p. 1-12.

- Mizrahi, Y. 1988. *A Saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield*. Jour, Amer. Soc. Hort. Sci. 113-202.
- Morales, D., Rodríguez, P., Dell'Amico, J, M., Sánchez-Blanco, M. y Torrecillas, A. 2003. *Efecto de la salinidad en la conductividad hidráulica de las raíces y las relaciones hídricas en hojas de dos especies de tomate (*L. esculentum* y *L. chesmanii*)*. Cultivos Tropicales, vol. 24, N° 1, p. 41-45.
- Pares, J.; Arizaleta, M.; Sanabria, M. E y García, G. 2008. *Efecto de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y el grosor foliar en plantas de carica papaya L.* Acta bot. venez. 31 (1): 27-34. 2008.
- Ramírez, R., Gonzales, L.M. y López, R. 1998. *Afectaciones por salinidad en plantulas de Centrosema Pubescens y Stylosanthes Guianensis*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, Bayamo, Granma, Cuba.
- Resh, H. 1987. *Cultivos hidropónicos*. Editorial Mundi prensa. Madrid. 2da edición. Pág. 93-94.
- Sánchez-Bernal, E., Ortega, M., Gonzales-Hernández, V., Camacho-Escobar, M. y Kohashi-Shibata, J. 2008. *Crecimiento de plantas de papa (*solanum tuberosum* L.) cv. alpha, inducido por diversas soluciones salinas*. Interciencia, Set 2008, Vol. 33 N° 9.
- Schwarz, M. 1968. *Guide to commercial hydroponics*. Israel Universities Press. Jerusalem, 4th edition. 136 pp.
- Sevilla, J. 1986. Copias mimeografiadas del curso de salinidad y recuperación de tierras. UNALM. Lima. 45 Pág.
- Stark, J y Jarrel, W. 1983. *Salinity induced modifications in the response of maize of water deficits*. Agron. Jour 72: 745-748.
- Tarazona, J. 2000. *Efecto de cinco fuentes de fertilizantes nitrogenados en ausencia y presencia de materia orgánica en dos tipos de suelos utilizando como indicadores los cultivos de papa y lechuga*. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. 86 p.

- Tello, F. 2002. *Evaluación de tres modalidades de aplicación y dos calidades de agua en el crecimiento del cultivo de acelga según condiciones de maceta*. Tesis Ingeniero Agrícola. UNALM. 90 pp.
- USDA. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agr. Handbook N° 60, L.A RICHARDS, Ed. US Government Printing Office. Washington. 160 pp.



# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO TOTAL (HOJAS, TALLO Y RAÍZ) MATERIA FRESCA

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso total fresco (g) de hojas, tallo y raíz, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso total fresco (g) de hojas, tallo y raíz, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	71200,44	3747,39	8,74	< 0,0001	1,85	2,39
Error	40	7156,43	428,91				
Total	59	88356,87					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
81%	22,98%	20,71	90,13

## ANEXO 02

### PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO TOTAL (HOJAS, TALLO Y RAÍZ) MATERIA FRESCA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	428,91

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	34,18	35,93	37,08	37,91	38,55	39,05	39,46	39,8	40,08	40,32
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	40,53	40,71	40,86	41,00	41,12	41,23	41,32	41,40	41,48	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupamiento de DUNCAN	Media	N	Trat
A	145,87	3	3
A			
B A	142,87	3	4
B A			
B A C	135,37	3	5
B A C			
B D A C	128,17	3	1
B D A C			
E B D A C	121,93	3	6
E B D A C			
E B D A C	121,10	3	7
E B D A C			

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
E B A C	117,83	3	2
E B D C			
E B D C	104,63	3	9
E D C			
E D F C	97,27	3	8
E D F			
E G D F	89,83	3	10
E G D F			
E G D F	89,20	3	11
E G F			
E G F H	84,70	3	12
G F H			
G I F H	60,73	3	14
G I F H			
G I F H	60,60	3	13
G I H			
G I H	54,30	3	15
G I H			
G I H	53,23	3	16
G I H			
G I H	53,13	3	17
G I H			
G I H	52,83	3	18
I H			
I H	47,97	3	19
I			
I	41,10	3	20

### ANEXO 03

**PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA**  
**VARIABLE DEPENDIENTE: PESO AEREO (TALLO Y HOJAS)**  
**MATERIA FRESCA**

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso fresco aéreo (g) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso fresco aéreo (g) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	50386,72	2651,93	7,35	< 0,0001	1,85	2,39
Error	40	14439,33	360,98				
Total	59	64826,06					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
78%	23,94%	19,00	79,38

## ANEXO 04

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO AEREO (TALLO Y HOJAS) MATERIA FRESCA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	360,98

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	31,35	32,97	34,02	34,78	35,36	35,82	36,20	36,51	36,77	36,99
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	37,18	37,35	37,49	37,61	37,72	37,82	37,91	37,98	38,05	

**Medias con la misma letra no son significativamente diferentes**

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	121,67	3	4
A			
A	121,23	3	5
A			
A	118,43	3	3
A			
B    A	111,03	3	1
B    A			
B    A	109,60	3	6
B    A			

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B A	107,97	3	7
B A			
B A	104,63	3	2
B A			
B A C	91,10	3	9
B C			
B D C	81,73	3	8
B D C			
B D C	80,23	3	11
B D C			
B E D C	79,70	3	10
B E D C			
B E D C	77,40	3	12
E D C			
F E D C	56,30	3	14
F E D			
F E D	53,00	3	13
F E D			
F E D	50,13	3	15
F E D			
F E D	48,53	3	18
F E D			
F E D	48,13	3	17
F E D			
F E D	47,33	3	16
F E			
F E	43,23	3	19
F			
F	36,17	3	20

## ANEXO 05

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO SUBTERRANEO (RAIZ) MATERIA FRESCA

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso fresco subterráneo (g) de raíces, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso fresco subterráneo (g) de raíces, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	1659,40	87,34	7,27	< 0,0001	1,85	2,39
Error	40	480,78	12,02				
Total	59	2140,18					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
78%	34,94%	3,47	9,92



## ANEXO 06

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO SUBTERRANEO (RAIZ) TERIA FRESCA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	12,02

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	5,721	6,016	6,208	6,347	6,453	6,537	6,605	6,661	6,709	6,75
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	6,784	6,814	6,841	6,86	6,884	6,901	6,917	6,93	6,943	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	20,667	3	3
A			
B A	19,800	3	4
B A			
B A C	16,433	3	1
B A C			
B A C	15,000	3	8
B C			
B D C	13,643	3	5

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
D C			
E D C	12,833	3	9
E D C			
E D C	12,700	3	2
E D C			
E D C	12,700	3	7
E D C			
E F D C	11,733	3	6
E F D C			
G E F D C	9,867	3	10
G E F D			
G E F D	8,000	3	11
G E F			
G E F	6,933	3	13
G E F			
G E F	6,633	3	12
G F			
G F	5,600	3	16
G			
G	4,833	3	17
G			
G	4,633	3	20
G			
G	4,367	3	19
G			
G	4,100	3	15
G			
G	4,033	3	18
G			
G	3,967	3	14

## ANEXO 07

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO TOTAL (HOJAS, TALLO Y RAÍZ) MATERIA SECA

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso total seco (g) de hojas, tallo y raíz, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso total seco (g) de hojas, tallo y raíz, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	1740,07	91,586	6,93	< 0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	528,89	13,22				
<b>Total</b>	59	2268,96					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
77%	24,00%	3,64	14,64

## ANEXO 08

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO TOTAL (HOJAS, TALLO Y RAÍZ) MATERIA SECA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	13,22

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	6,001	6,309	6,511	6,657	6,768	6,856	6,927	6,987	7,037	7,079
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	7,116	7,147	7,175	7,199	7,220	7,239	7,255	7,269	7,282	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes:

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	23,767	3	3
A			
A	23,667	3	4
A			
A	22,300	3	5
A			
B A	19,633	3	6
B A			
B A	19,300	3	1
B A			
B A	19,067	3	7
B A			
B A	18,133	3	2

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B A			
B A	17,833	3	9
B			
B C	15,200	3	8
B C			
B C D	14,667	3	10
B C D			
B E C D	14,100	3	11
B E C D			
B E C D	13,033	3	12
E C D			
E C D	10,900	3	13
E C D			
E C D	10,467	3	14
E C D			
E C D	9,133	3	17
E C D			
E C D	9,000	3	16
E C D			
E C D	8,733	3	15
E C D			
E C D	8,700	3	18
E D			
E D	7,633	3	19
E			
E	7,433	3	20

## ANEXO 09

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO AEREO (HOJAS Y TALLO) MATERIA SECA

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso seco aéreo (g) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso seco aéreo (g) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	831,14	43,74	4,96	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	353,01	8,83				
<b>Total</b>	59	1184,15					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
70%	25,37	2,97	11,71

## ANEXO 10

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO AEREO (HOJAS Y TALLO) MATERIA SECA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	8,83

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	4,902	5,155	5,320	5,438	5,529	5,601	5,66	5,708	5,749	5,784
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	5,813	5,839	5,862	5,881	5,899	5,914	5,927	5,939	5,949	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes:

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	17,767	3	5
A			
B A	17,500	3	4
B A			
B A C	16,267	3	3
B A C			
B A C	16,133	3	6
B A C			
B A C	15,300	3	7
B A C			
B D A C	14,533	3	1

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B D A C			
B D A C	14,233	3	9
B D A C			
B D A C	13,700	3	2
B D A C			
E B D A C	12,167	3	10
E B D C			
E B D F C	11,800	3	11
E D F C			
E D F C	11,500	3	12
E D F C			
E D F C	11,367	3	8
E D F			
E D F	9,400	3	14
E D F			
E D F	9,033	3	13
E F			
E F	7,933	3	17
E F			
E F	7,767	3	16
E F			
E F	7,600	3	15
E F			
E F	7,567	3	18
E F			
E F	6,433	3	19
F			
F	6,167	3	20



## ANEXO 11

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO SUBTERRANEO (RAÍZ) MATERIA SECA

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el peso seco subterráneo (g) de raíces, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el peso seco subterráneo (g) de raíces, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	201,48	10,60	6,10	<0,0001	1,85	2,39
Error	40	69,57	1,74				
Total	59	271,05					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
75%	34,94%	1,32	2,93

## ANEXO 12

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: PESO SUBTERRANEO (RAÍZ) MATERIA SECA

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	1,74

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	2,176	2,288	2,362	2,414	2,455	2,487	2,513	2,534	2,552	2,568
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	2,581	2,592	2,602	2,611	2,619	2,625	2,631	2,637	2,641	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes:

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	7,433	3	3
A			
B A	6,267	3	4
B			
B C	4,733	3	1
B C			
B C	4,567	3	5
B C			
B C	4,400	3	2
B C			
B C D	3,900	3	8
C D			

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
E C D	3,700	3	7
E C D			
E C D	3,633	3	9
E C D			
E C D	3,533	3	6
E C D			
E C D	2,467	3	10
E C D			
E C D	2,400	3	11
E D			
E D	1,833	3	13
E D			
E D	1,600	3	12
E			
E	1,267	3	20
E			
E	1,233	3	17
E			
E	1,200	3	16
E			
E	1,167	3	19
E			
E	1,100	3	15
E			
E	1,100	3	14
E			
E	1,100	3	18

## ANEXO 13

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: ALTURA (TALLO Y HOJAS)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en la altura (cm) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en la altura (cm) de tallo y hojas, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	1345,83	70,83	6,93	< 0,0001	1,85	2,39
Error	40	409,06	10,23				
Total	59	1754,88					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
77%	11,75%	3,20	27,21

## ANEXO 14

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: ALTURA (TALLO Y HOJAS)

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	10,23

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	5,277	5,549	5,726	5,854	5,952	6,029	6,092	6,145	6,188	6,226
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	6,258	6,286	6,310	6,331	6,350	6,366	6,380	6,393	6,404	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	35,900	3	5
A			
B A	34,367	3	6
B A			
B A C	32,833	3	1
B A C			
B D A C	31,600	3	3
B D A C			
B D A C	31,033	3	7

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B D C			
B D E C	29,800	3	4
B D E C			
B D E C	29,400	3	2
B D E C			
B D E C	29,233	3	11
B D E C			
B D E C	28,300	3	9
D E C			
D E C	28,000	3	8
D E C			
D E C	27,333	3	10
D E C			
F D E C	27,167	3	13
F D E C			
F D E C	26,667	3	12
F D E			
F D E G	25,700	3	16
F E G			
F H E G	24,167	3	14
F H G			
F H G	21,300	3	19
F H G			
F H G	21,233	3	17
F H G			
F H G	21,233	3	15
H G			
H G	19,833	3	20
H			
H	19,067	3	18

## ANEXO 15

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL (HOJAS, TALLO Y RAIZ)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de humedad (%), de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de humedad total (%), de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	40,20	2,12	0,61	0,8779	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	139,24	3,48				
<b>Total</b>	59	179,44					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
22,4%	2,23	1,87	83,61

## ANEXO 16

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD AEREA (HOJAS Y TALLO)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de humedad (%) de la parte aérea (hojas y tallo), de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de humedad (%) de la parte aérea (hojas y tallo), de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	86,46	4,55	1,33	0,2181	1,85	2,39
Error	40	136,69	3,42				
Total	59	223,14					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
38,74%	2,18	1,85	84,92



## ANEXO 17

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD SUBTERÁNEA (RAÍCES)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de humedad (%) de las raíces, de las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de humedad (%) de las raíces, de las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	716,89	37,73	2,07	0,0266	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	730,6	18,265				
<b>Total</b>	59	1447,49					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
49,53%	5,95	4,27	71,84

## ANEXO 18

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE HUMEDAD SUBTERRÁNEA (RAÍCES)

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	18,265

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	7,053	7,415	7,653	7,824	7,955	8,058	8,142	8,212	8,27	8,320
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	8,363	8,400	8,433	8,461	8,486	8,508	8,527	8,544	8,559	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	78,567	3	16
A			
B A	76,700	3	12
B A			
B A C	75,000	3	10
B A C			
B A C	74,867	3	17
B A C			
B A C	74,367	3	8
B A C			
B A C	74,200	3	13
B A C			
B D A C	73,800	3	20
B D A C			

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B D A C	72,933	3	18
B D A C			
B D A C	72,833	3	15
B D A C			
B D A C	72,400	3	19
B D A C			
B D A C	71,900	3	14
B D A C			
B D A C	71,867	3	9
B D A C			
B D A C	71,233	3	1
B D A C			
B D A C	71,200	3	7
B D A C			
B D A C	70,367	3	11
B D C			
B D C	68,567	3	6
B D C			
B D C	68,367	3	4
D C			
D C	66,533	3	5
D			
D	65,733	3	2
D			
D	65,400	3	3

## ANEXO 19

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE CALCIO (%)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de calcio (%), en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de calcio (%), en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	5.61	0,30	5,40	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	2,16	0,05				
<b>Total</b>	59	7.78					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
72,20%	15,87	0,23	1,46

## ANEXO 20

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE CALCIO (%)

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	0,067

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	0,427	0,449	0,463	0,473	0,481	0,488	0,493	0,497	0,5	0,503
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	0,5	0,508	0,510	0,512	0,513	0,515	0,516	0,517	0,518	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	2.1300	3	4
A			
B A	2.1000	3	1
B A			
B A C	1.9600	3	2
B C			
B D C	1.6967	3	5
B D C			
B D C	1.6867	3	9
D C			
E D C	1.5767	3	3
E D			
E D	1.5233	3	18
E D			
E D	1.5067	3	14

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
E D F	1.4267	3	6
E D F			
E D F	1.4000	3	7
E D F			
E D F	1.3867	3	8
E D F			
E D F	1.3367	3	13
E D F			
E D F	1.3133	3	16
E F			
E F	1.2333	3	10
E F			
E F	1.2267	3	11
E F			
E F	1.2200	3	12
E F			
E F	1.1933	3	17
E F			
E F	1.1867	3	19
E F			
E F	1.1867	3	15
F			
F	1.0067	3	20

## ANEXO 21

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE MAGNESIO (%)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de magnesio (%), en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de magnesio (%), en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	0,72	0,04	1,09	0,3941	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	1,39	0,03				
<b>Total</b>	59	2,12					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
34,14%	15,66	0,19	1,19

## ANEXO 22

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE SULFATO (%)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de sulfatos en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de sulfatos en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	0,31	0,02	6,39	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	0,10	0,003				
<b>Total</b>	59	0,41					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
75,22%	15,34	0,05	0,33



## ANEXO 23

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE SULFATO (%)

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	0,003

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	0,083	0,087	0,090	0,092	0,094	0,095	0,096	0,097	0,097	0,098
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	0,098	0,099	0,099	0,099	0,100	0,100	0,100	0,100	0,101	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	0,47333	3	6
A			
B A	0,43000	3	1
B A			
B A C	0,42000	3	4
B A C			
B A C	0,41667	3	5
B A C			
B A C	0,41333	3	3
B C			
B D C	0,37000	3	7
B D C			
B E D C	0,35667	3	2

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B E D C			
F B E D C	0,35333	3	11
F E D C			
F G E D C	0,32667	3	9
F G E D C			
F G E D C	0,32667	3	13
F G E D			
F G E D H	0,30000	3	10
F G E D H			
F G E D H	0,29333	3	12
F G E D H			
F G E D H	0,28667	3	8
F G E H			
F G E H	0,27333	3	20
F G E H			
F G E H	0,27000	3	15
F G E H			
F G E H	0,26333	3	16
F G H			
F G H	0,25667	3	19
G H			
G H	0,25000	3	17
G H			
G H	0,24667	3	18
H			
H	0,22000	3	14

## ANEXO 24

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE SODIO (%)

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en el contenido de sodio (%), en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en el contenido de sodio (%), en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	241,44	12,71	8,11	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	62,69	1,57				
<b>Total</b>	59	304,12					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
79,39%	16,87	1,25	7,42

## ANEXO 25

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: CONTENIDO DE SODIO (%)

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	1,567

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	2,066	2,172	2,242	2,292	2,33	2,360	2,385	2,405	2,423	2,437
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	2,450	2,461	2,470	2,478	2,486	2,492	2,498	2,503	2,507	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
A	10,383	3	17
A			
B A	9,550	3	15
B A			
B A	9,183	3	20
B A			
B A C	8,950	3	12
B A C			
B A C	8,750	3	8
B A C			
B D A C	8,550	3	13
B D A C			
B D A C	8,467	3	19
B D A C			
B D A C	8,400	3	16

<b>Agrupamiento de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Trat</b>
B D A C			
B D A C	8,333	3	18
B D A C			
B D A C	8,283	3	7
B D A C			
B D A C	8,283	3	10
B D A C			
B D A C	8,267	3	11
B D C			
B D C	7,783	3	14
D C			
D E C	6,733	3	9
D E			
F D E	6,200	3	6
F D E			
F D E	6,133	3	5
F E			
F E G	5,400	3	4
F G			
F H G	4,400	3	3
H G			
H G	3,783	3	2
H			
H	2,583	3	1

## ANEXO 26

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA

#### VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Ca

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en la relación Na/Ca, en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en la relación Na/Ca, en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
Modelo	19	294.01	15.47	10.13	<0,0001	1,85	2,39
Error	40	61.12	1.53				
Total	59	355.13					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
82.79%	22.24	1,24	5.60

## ANEXO 27

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Ca

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	1,568

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	2.040	2.145	2.213	2.263	2.301	2.331	2.355	2.375	2.392	2.407
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	2.419	2.430	2.439	2.447	2.454	2.461	2.466	2.471	2.476	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupación de DUNCAN	Media	N	TRAT
A	9.397	3	20
A			
B A	8.710	3	17
B A			
B A C	8.213	3	15
B A C			
B D A C	7.317	3	12
B D A C			
B D A C	7.287	3	19
B D C			
B D C	6.810	3	11
B D C			
B D C	6.727	3	10
B D C			
B D E C	6.477	3	13

<b>Agrupación de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TRAT</b>
D E C			
D E C	6.350	3	16
D E C			
D E C	6.317	3	8
D E C			
F D E C	6.030	3	7
F D E			
F D E G	5.633	3	18
F D E G			
F D E G	5.257	3	14
F E G			
F H E G	4.357	3	6
F H G			
F H I G	3.993	3	9
H I G			
H I G	3.627	3	5
H I			
J H I	2.800	3	3
J H I			
J H I	2.590	3	4
J I			
J I	2.013	3	2
J			
J	1.280	3	1



## ANEXO 28

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Mg

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en la relación Na/Mg, en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en la relación Na/Mg, en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	230.67	12.14	8.23	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	59.01	1.48				
<b>Total</b>	59	289.68					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
79.63%	18.9	1,21	6.40

## ANEXO 29

### PRUEBA DE RANGOS MÚLTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Mg

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	1,47

<b>Nº de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	2.004	2.107	2.175	2.224	2.261	2.290	2.314	2.334	2.350	2.365
<b>Nº de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	2.337	2.387	2.397	2.405	2.42	2.418	2.423	2.428	2.432	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>Agrupación de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TRAT</b>
A	9.8900	3	17
A	9.0967	3	15
B A	8.5233	3	20
B A C	7.9900	3	12
B A C	7.5833	3	11
B D A C	7.4700	3	8
B D C	7.4200	3	19
B D E C	7.2033	3	18
B D E C	7.2000	3	7
B D E C	6.8133	3	10
B D E C	6.8000	3	16
D E C	6.4500	3	13
D E C			

<b>Agrupación de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TRAT</b>
D E			
F D E	6.1100	3	14
F D E			
F D E	5.7267	3	6
F E			
F E	5.3333	3	5
F E			
F E	5.2933	3	9
F E			
F G	4.1200	3	3
F G			
F G	3.9267	3	4
F G			
F G	2.8533	3	2
F G			
F G	2.1100	3	1
G H			
G I H	2.1567	3	5
I H			
I H	1.6667	3	3
I H			
I H	1.5567	3	4
I H			
I	1.1733	3	2
I			
J	0.7967	3	1

## ANEXO 30

### PROCEDIMIENTO DE ANALISIS DE VARIANZA VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Ca+Mg

**H<sub>0</sub>:** Todos los niveles de salinidad (dS/m) tienen el mismo efecto en la relación Na/Ca+Mg, en las plantas de acelga.

**H<sub>1</sub>:** Con al menos uno de los niveles de salinidad (dS/m) se obtiene un efecto diferente en la relación Na/Ca+Mg, en las plantas de acelga.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios (CM)	Valor de F	Pr > F	F. Tabla	
						5%	1%
<b>Modelo</b>	19	66.03	3.48	10.51	<0,0001	1,85	2,39
<b>Error</b>	40	13.22	0.33				
<b>Total</b>	59	79.25					

R-Cuadrado	CV	Raíz del CM del error	Media
<b>83.32%</b>	19.48	0.57	2.95

## ANEXO 31

### PRUEBA DE RANGOS MULTIPLES DE DUNCAN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE: RELACIÓN Na/Ca+Mg

<b>Alfa</b>	0,05
<b>GL del error</b>	40
<b>Cuadrado medio del error</b>	0.331

<b>N° de medias</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Rango crítico</b>	0.949	0.998	1.029	1.053	1.070	1.084	1.095	1.105	1.113	1.119
<b>N° de medias</b>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Rango crítico</b>	1.125	1.130	1.134	1.138	1.142	1.144	1.147	1.149	1.151	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Agrupación de DUNCAN	Media	N	TRAT
A	4.6333	3	17
A			
B A	4.4533	3	20
B A			
B A C	4.3000	3	15
B A C			
B D A C	3.8133	3	12
B D A C			
B D A C	3.6733	3	19
B D A C			
B D A C	3.5800	3	11
B D C			
B D E C	3.4000	3	8
B D E C			
B D E C	3.3700	3	10
D E C			
F D E C	3.2833	3	16
F D E C			
F D E C	3.2767	3	7
F D E C			
G F D E C	3.2033	3	13
G F D E			
G F D E	3.1567	3	18

<b>Agrupación de DUNCAN</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TRAT</b>
G F D E			
G F D E	2.8067	3	14
G F E			
G F E H	2.4700	3	6
G F H			
G F H	2.2700	3	9
G H			
G I H	2.1567	3	5
I H			
J I H	1.6667	3	3
J I H			
J I H	1.5567	3	4
J I			
J I	1.1733	3	2
J			
J	0.7967	3	1

## ANEXO 32

### CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (dS/m) Y pH DEL EXTRACTO DE SATURACION DEL SUELO

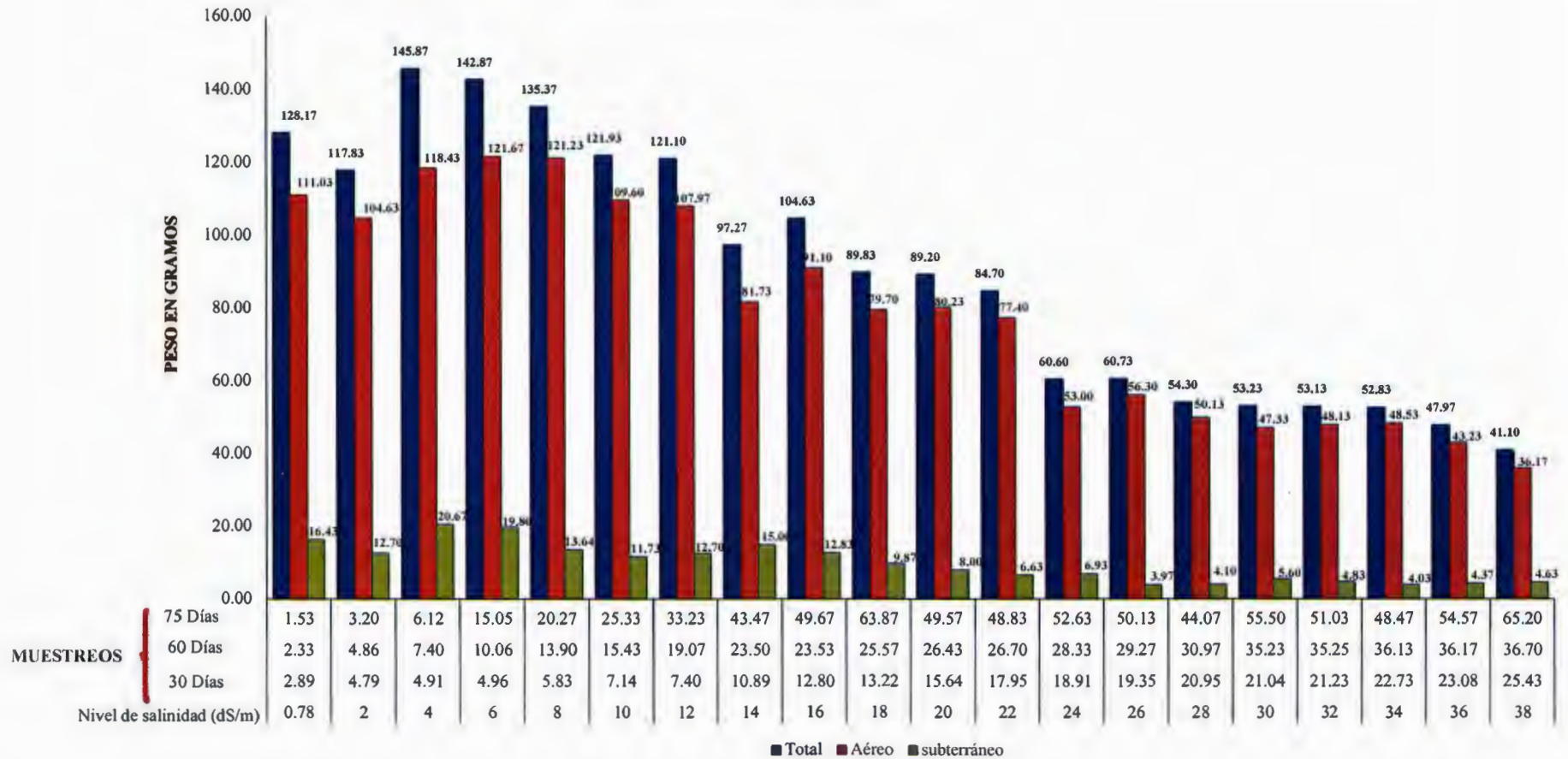
	30 días		60 días		75 días	
<b>T1 : 0.78 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	2,63	7,61	2,25	7,59	1,72	7,78
Repetición 2	2,89	7,58	2,04	7,60	1,34	7,69
Repetición 3	3,15	7,59	2,70	7,59	1,53	7,74
<b>Promedio</b>	<b>2,89</b>	<b>7,59</b>	<b>2,33</b>	<b>7,59</b>	<b>1,53</b>	<b>7,74</b>
<b>T2 : 2 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	5,07	7,53	4,68	7,65	3,18	7,51
Repetición 2	4,81	7,65	5,27	7,74	3,05	7,50
Repetición 3	4,50	7,41	4,63	7,57	3,38	7,52
<b>Promedio</b>	<b>4,79</b>	<b>7,53</b>	<b>4,86</b>	<b>7,65</b>	<b>3,20</b>	<b>7,51</b>
<b>T3 : 4 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	5,05	7,52	7,77	7,60	6,31	7,54
Repetición 2	4,48	7,72	7,44	7,62	6,03	7,63
Repetición 3	5,21	7,62	7,00	7,58	6,02	7,58
<b>Promedio</b>	<b>4,91</b>	<b>7,62</b>	<b>7,40</b>	<b>7,60</b>	<b>6,12</b>	<b>7,58</b>
<b>T4 : 6 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	5,06	7,83	9,89	7,53	14,55	7,77
Repetición 2	4,89	7,629	9,16	7,52	15,06	7,53
Repetición 3	4,94	7,575	11,12	7,54	15,53	7,61
<b>Promedio</b>	<b>4,96</b>	<b>7,68</b>	<b>10,06</b>	<b>7,53</b>	<b>15,05</b>	<b>7,64</b>
<b>T5 : 8 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	6,20	7,73	14,27	7,49	20,30	7,35
Repetición 2	5,61	7,55	13,12	7,52	21,94	7,59
Repetición 3	5,69	7,64	14,30	7,45	18,58	7,47
<b>Promedio</b>	<b>5,83</b>	<b>7,64</b>	<b>13,90</b>	<b>7,49</b>	<b>20,27</b>	<b>7,47</b>
<b>T6 : 10 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	7,31	7,59	15,97	7,47	25,10	7,321
Repetición 2	7,45	7,53	14,18	7,50	23,10	7,55
Repetición 3	6,66	7,64	16,14	7,44	27,80	7,44
<b>Promedio</b>	<b>7,14</b>	<b>7,58</b>	<b>15,43</b>	<b>7,47</b>	<b>25,33</b>	<b>7,44</b>

	30 días		60 días		75 días	
<b>T7 : 12 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	7,67	7,67	18,91	7,61	30,20	7,58
Repetición 2	7,52	7,55	19,84	7,79	35,70	7,61
Repetición 3	7,02	7,61	18,45	7,43	33,80	7,60
<b>Promedio</b>	<b>7,40</b>	<b>7,61</b>	<b>19,07</b>	<b>7,61</b>	<b>33,23</b>	<b>7,60</b>
<b>T8 : 14 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	10,98	7,76	23,50	7,64	40,60	7,43
Repetición 2	10,52	7,54	23,90	7,74	44,00	7,48
Repetición 3	11,17	7,65	23,10	7,55	45,80	7,46
<b>Promedio</b>	<b>10,89</b>	<b>7,65</b>	<b>23,50</b>	<b>7,64</b>	<b>43,47</b>	<b>7,46</b>
<b>T9 : 16 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	12,45	7,44	23,80	7,61	47,40	7,43
Repetición 2	13,19	7,50	24,40	7,65	50,00	7,48
Repetición 3	12,76	7,46	22,40	7,57	51,60	7,46
<b>Promedio</b>	<b>12,80</b>	<b>7,46</b>	<b>23,53</b>	<b>7,61</b>	<b>49,67</b>	<b>7,46</b>
<b>T10 : 18 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	12,27	7,62	25,80	7,48	66,50	7,48
Repetición 2	13,83	7,59	25,70	7,45	64,30	7,42
Repetición 3	13,56	7,60	25,20	7,51	60,80	7,45
<b>Promedio</b>	<b>13,22</b>	<b>7,60</b>	<b>25,57</b>	<b>7,48</b>	<b>63,87</b>	<b>7,45</b>
<b>T11: 20 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	15,36	7,61	26,60	7,51	43,00	7,48
Repetición 2	16,30	7,45	27,10	7,49	51,60	7,53
Repetición 3	15,25	7,53	25,60	7,52	54,10	7,54
<b>Promedio</b>	<b>15,64</b>	<b>7,53</b>	<b>26,43</b>	<b>7,51</b>	<b>49,57</b>	<b>7,52</b>
<b>T12 : 22 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	18,67	7,51	27,40	7,57	55,70	7,65
Repetición 2	17,51	7,44	26,50	7,61	43,90	7,67
Repetición 3	17,66	7,35	26,20	7,54	46,90	7,63
<b>Promedio</b>	<b>17,95</b>	<b>7,43</b>	<b>26,70</b>	<b>7,57</b>	<b>48,83</b>	<b>7,65</b>
<b>T13 : 24 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	20,30	7,50	26,00	7,56	50,70	7,43
Repetición 2	18,19	7,39	30,50	7,58	54,00	7,65
Repetición 3	18,23	7,44	28,50	7,53	53,20	7,54
<b>Promedio</b>	<b>18,91</b>	<b>7,44</b>	<b>28,33</b>	<b>7,56</b>	<b>52,63</b>	<b>7,54</b>

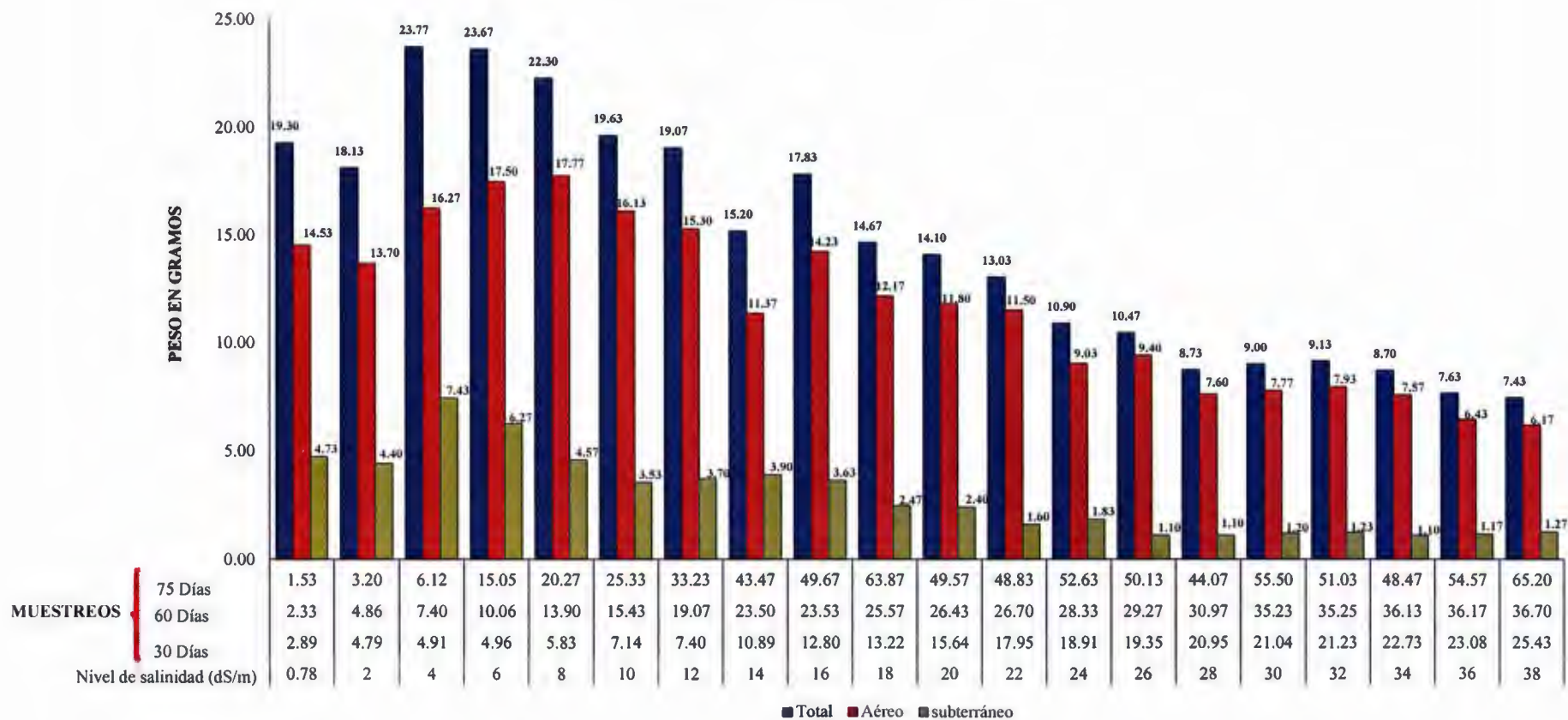


	30 días		60 días		75 días	
<b>T14 : 26 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	20,90	7,54	27,70	7,51	53,30	7,48
Repetición 2	17,26	7,41	30,60	7,47	50,90	7,44
Repetición 3	19,89	7,69	29,50	7,54	46,20	7,46
<b>Promedio</b>	<b>19,35</b>	<b>7,54</b>	<b>29,27</b>	<b>7,51</b>	<b>50,13</b>	<b>7,46</b>
<b>15 : 28 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	22,00	7,45	33,10	7,59	42,30	7,48
Repetición 2	19,66	7,30	27,70	7,61	49,70	7,41
Repetición 3	21,20	7,60	32,10	7,56	40,20	7,53
<b>Promedio</b>	<b>20,95</b>	<b>7,45</b>	<b>30,97</b>	<b>7,59</b>	<b>44,07</b>	<b>7,47</b>
<b>T16 : 30 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	18,11	7,54	37,30	7,56	56,00	7,34
Repetición 2	23,20	7,63	35,80	7,50	55,30	7,42
Repetición 3	21,80	7,59	32,60	7,62	55,20	7,45
<b>Promedio</b>	<b>21,04</b>	<b>7,59</b>	<b>35,23</b>	<b>7,56</b>	<b>55,50</b>	<b>7,40</b>
<b>T17 : 32 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	22,45	7,30	35,25	7,56	55,40	7,73
Repetición 2	20,68	7,38	36,00	7,465	50,20	7,60
Repetición 3	20,57	7,34	34,50	7,650	47,50	7,67
<b>Promedio</b>	<b>21,23</b>	<b>7,34</b>	<b>35,25</b>	<b>7,56</b>	<b>51,03</b>	<b>7,67</b>
<b>T18 : 34 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	23,00	7,36	35,00	7,60	52,0	7,70
Repetición 2	24,40	7,26	37,10	7,58	51,9	7,72
Repetición 3	20,80	7,31	36,30	7,63	41,5	7,67
<b>Promedio</b>	<b>22,73</b>	<b>7,31</b>	<b>36,13</b>	<b>7,60</b>	<b>48,47</b>	<b>7,70</b>
<b>T19 : 36 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	24,00	7,47	36,00	7,52	50,20	7,39
Repetición 2	22,24	7,28	33,90	7,45	54,90	7,42
Repetición 3	23,00	7,36	38,60	7,60	58,60	7,37
<b>Promedio</b>	<b>23,08</b>	<b>7,37</b>	<b>36,17</b>	<b>7,52</b>	<b>54,57</b>	<b>7,39</b>
<b>T20 : 38 dS/m</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>
Repetición 1	26,30	7,48	36,90	7,59	64,5	7,35
Repetición 2	25,50	7,35	38,00	7,45	66,8	7,39
Repetición 3	24,50	7,58	35,20	7,74	64,3	7,52
<b>Promedio</b>	<b>25,43</b>	<b>7,47</b>	<b>36,70</b>	<b>7,59</b>	<b>65,20</b>	<b>7,42</b>

## ANEXO 33 RESUMEN PESO FRESCO



## ANEXO 34 RESUMEN PESO SECO



## ANEXO 35 RESUMEN ALTURA DE LA PLANTA

