

1 **Universidad Nacional de La Plata**  
2 **Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**



10 **TRABAJO FINAL DE CARRERA**

11  
12  
13  
14 **Efecto del drenaje y del riego por goteo sobre la dinámica de las sales en el**  
15 **suelo y el rendimiento en tomate bajo cubierta en La Plata**

16

17

18 **CORRALES FRANCO**

23 **CASAROSA EDUARDO EZEQUIEL**

19 **N° legajo: 26849/5**

24 **N° legajo: 26676/2**

20 **DNI: 36.174.952**

25 **DNI: 33.497.310**

21 **E-mail: [fran.cc@hotmail.com](mailto:fran.cc@hotmail.com)**

26 **[ezequielcasarosa@hotmail.com](mailto:ezequielcasarosa@hotmail.com)**

22 **Teléfono: 02396 15449479**

27 **Teléfono: 0280 154729907**

28

29

30

31 **Director: Ing. Agr. Luciano Calvo**

32 **Co-director: Ing. Agr. Ricardo Andreau**

33 **Fecha de entrega: 27/08/2018**

34

35	<b>INDICE</b>	
36	RESUMEN.....	3
37	INTRODUCCIÓN.....	4
38	Producción hortícola en el Cinturón Hortícola Platense.....	4
39	Degradación de suelos.....	5
40	Características del cultivo de tomate .....	8
41	Efectos de las sales sobre el rendimiento del tomate. ....	11
42	Calidad de agua.....	12
43	Riego localizado .....	13
44	Drenaje.....	14
45	Hipótesis .....	15
46	Objetivo general.....	16
47	Objetivos específicos .....	16
48	MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
49	Características del área y de los suelos empleados .....	17
50	Ensayo de campo.....	17
51	Muestreo de suelo.....	19
52	Acondicionamiento de las muestras de suelo.....	19
53	Determinación de las variables químicas .....	19
54	Análisis estadísticos de los resultados.....	20
55	RESULTADOS.....	20
56	Efectos de los tratamientos sobre salinidad y sodicidad edáfica.....	20
57	Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento .....	21
58	Efectos de los tratamientos sobre CE y humedad en la capa superficial del lomo ...	21
59	DISCUSIÓN.....	22
60	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	23
61	BIBLIOGRAFIA.....	24
62	ANEXO.....	28
63		

64 **RESUMEN**

65 El riego por goteo es el sistema que predomina en el cinturón hortícola platense y en el  
66 cultivo de tomate bajo cubierta. El objetivo del presente trabajo fue conocer cómo afecta a  
67 la calidad del recurso suelo, la aplicación de riego enterrado y sus efectos sobre el  
68 rendimiento del cultivo de tomate, así como también la posibilidad de utilizar el drenaje  
69 para eliminar excesos de sales.

70 El ensayo se realizó en la E.E. J. Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y  
71 Forestales de la UNLP, en un invernáculo, donde se construyeron seis lomos, dos como  
72 bordura. En los cuatro lomos centrales se colocaron cintas de riego a dos profundidades  
73 diferentes: superficial (S) y enterrado a 20 cm (E), en dos de ellos se instalaron tubería de  
74 drenaje. De esta manera quedaron constituidos cuatro tratamientos: riego superficial sin  
75 drenaje (SSD), riego enterrado sin drenaje (ESD), riego superficial con drenaje (SCD) y  
76 riego enterrado con drenaje (ECD). A lo largo del ciclo de cultivo, se midió conductividad  
77 eléctrica (CE) y humedad del suelo en tres puntos de la capa externa del lomo (A, B y C),  
78 con tres repeticiones (1, 2 y 3) en cada lomo. Al final del ciclo del cultivo se evaluó el  
79 rendimiento de cada tratamiento y se determinó la relación de adsorción de sodio (RAS) y  
80 CE en dos profundidades diferentes del lomo: a 0,20 m (D) y a 0,40 m (E), con tres  
81 repeticiones lo largo de cada lomo.

82 Para el análisis estadístico se utilizó un diseño enteramente al azar; se analizó la varianza  
83 y se compararon promedios con test de Tuckey y Kruskall Wallis.

84 Se observó mayor acumulación de sales en los tratamientos de riego enterrado, no  
85 hallándose diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) desde el punto de vista estadístico para los  
86 tratamientos con o sin drenaje.

87 La concentración de sodio presenta diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los  
88 tratamientos a las distintas profundidades de riego, con mayor concentración en las de  
89 riego enterrado. Por otro lado, el drenaje no influyó de manera significativa, aunque  
90 mostro diferencias a favor de la presencia del mismo.

91 Si bien para la RAS no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos, se  
92 observó que los tratamientos de riego superficial poseen valores inferiores de la RAS con  
93 respecto a los tratamientos de riego enterrado.

94 A nivel estadístico no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para los rendimientos  
95 promedios, observándose que los lomos con riego superficial obtuvieron mayores  
96 rendimientos.

97 Se concluye que en plantaciones tardías como en este caso, los rendimientos mayores se  
98 obtuvieron con riego superficial. Respecto a la humedad, el riego enterrado mostró  
99 mayores contenidos de humedad, pero genera niveles superiores de CE en la capa  
100 superficial del lomo. También se observa que el riego enterrado produjo más  
101 concentración de sales y aumento de la RAS en profundidad.

## 102 **INTRODUCCIÓN**

### 103 **Producción en el Cinturón Hortícola Platense**

104 El área bajo cubierta se ha ido incrementando a lo largo de los años, alcanzando las  
105 3.100,2 ha en el Gran Buenos Aires, representando La Plata, Florencio Varela y  
106 Berazategui el 88,69 % del total (2.258,62, 286,96 y 203,95 ha, respectivamente) (López  
107 Camelo, 2012).

108 En general se trata de explotaciones de tipo familiar o PYMES ubicadas en áreas  
109 periurbanas, con un nivel tecnológico elevado y demandante de gran cantidad de mano  
110 de obra ( $1.350$  jornales  $ha^{-1}$   $año^{-1}$ ), siendo su impacto social y económico sumamente  
111 importante (INTA, 2009).

112 Respecto a la producción hortícola, el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es el cultivo de  
113 mayor importancia en términos de superficie cultivada (40% del total), seguido por el  
114 pimiento (*Capsicum annuum L.*) (24%) y la lechuga (*Lactuca sativa L.*) (13%) (López  
115 Camelo, 2007).

## 116 **Degradación de suelos**

117 La calidad del suelo es clave en el sostenimiento global de la biosfera y en el desarrollo  
118 de prácticas agrícolas sustentables (Wang & Gong, 1998). Esta es definida como “la  
119 capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar sosteniendo la productividad de  
120 plantas y animales, manteniendo o mejorando la calidad del agua y aire, colaborando con  
121 la salud humana y el hombre dentro de los límites de un ecosistema” (USDA, 2013). Por  
122 consiguiente, la calidad y la salud de este recurso determinan la sostenibilidad de la  
123 agricultura, la calidad ambiental y, como consecuencia, la salud de plantas, animales y del  
124 propio hombre (Doran & Safley, 1997).

125 Según Cerón & Melgarejo (2005), la calidad del suelo abarca 3 componentes básicos: las  
126 características biológicas, físicas y químicas; mientras que la salud está determinada  
127 principalmente por sus características ecológicas. Esta definición, basada en la función,  
128 refleja la naturaleza dinámica de la vida y del suelo.

129 Cuando se evalúa la calidad del suelo se utilizan diversos indicadores para poner en  
130 evidencia si la actividad mantiene, degrada o mejora al recurso suelo.

131 Éstos indicadores pueden ser físicos (estabilidad estructural, distribución de poros,  
132 textura, velocidad de infiltración, densidad, capacidad de campo, entre otros), químicos  
133 (pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), salinidad, materia orgánica (MO),  
134 nitrógeno mineralizado, estado de óxido-reducción) o biológicos (carbono microbiano,  
135 nitrógeno microbiano, respiración, actividades enzimáticas, organismos indicadores,  
136 diversidad de especies) (Cerón & Melgarejo, 2005).

137 En el caso del Cinturón Hortícola Platense, los suelos se encuentran sometidos a  
138 constantes procesos degradativos, donde sus principales causas son: fertilización,  
139 biocidas, laboreo intensivo del suelo, riego con aguas bicarbonatadas sódicas, empleo de  
140 enmiendas salinas y sódicas, entre otras. Estos procesos se ven agravados en los suelos  
141 bajo cubierta por el impedimento que esta genera al ingreso de agua de lluvia.  
142 Antiguamente era habitual la práctica llamada “descanso de los suelos”, que consistía en  
143 retirar los techos, entonces de vidrio, y dejar “lavar” los suelos por acción de la lluvia  
144 durante meses o incluso años. En la actualidad ésta práctica está en desuso debido a la  
145 necesidad de utilizar en forma constante toda la superficie productiva.

146 Como consecuencia se incrementa el contenido de sales y sodio en el suelo. La  
147 salinización y la sodificación de tierras bajo riego, destinadas a cultivos intensivos de alto  
148 valor preocupan, principalmente, debido al acelerado y generalizado incremento de la  
149 superficie afectada (Vázquez, 2013).

150 La degradación del recurso edáfico debido a la incorporación de sales y sodio, tiene  
151 efectos negativos en los rendimientos de los cultivos.

152 Según Pla Sentis (1979) el término “Suelos afectados por sales” en sentido general, se  
153 refiere a aquellos suelos en que la acumulación de cualquier sal o ión por separado o en  
154 conjunto afecte directa o indirectamente las propiedades de los suelos (físicas, químicas,  
155 o biológicas), la producción económica de cultivos o que incida sobre los consumidores  
156 (animales u hombre), o sobre el manejo eficiente del riego.

157 Los principales tipos de suelos afectados por sales son: suelos salinos, suelos sódicos y  
158 suelos salino-sódicos.

159 Se definen como suelos salinos aquellos en los que se produce una acumulación de sales  
160 más solubles que el yeso (solubilidad del yeso dihidratado 2,04 g/l) suficiente como para  
161 interferir en el crecimiento de la mayor parte de los cultivos y otras plantas no

162 especializadas. Las sales que predominan son sulfatos y cloruros de sodio, calcio y  
163 magnesio. Estas sales dada su alta solubilidad siguen los movimientos ascendentes,  
164 descendentes y laterales del agua.

165 Las consecuencias de la salinización son la disminución de la disponibilidad de agua y la  
166 toxicidad desarrollada por algunas sales como cloruro de magnesio o carbonato de sodio.

167 Los efectos de la salinidad sobre la relación del agua en la planta, el desbalance  
168 nutricional, y la toxicidad de los iones, son responsables de la inhibición de su crecimiento  
169 y como consecuencia de la disminución de la productividad (McKenzie y Leshen, 1994).

170 Las sales reducen el crecimiento de las plantas, la fotosíntesis y la demanda de nitrógeno  
171 (Sprenst y Zahran, 1988).

172 La salinidad edáfica, se evalúa mediante la conductividad eléctrica (CE) cuantificada en el  
173 extracto de saturación del suelo (Rhoades, 1996).

174 Los suelos sódicos se caracterizan por tener suficiente concentración de sodio en  
175 solución y en forma intercambiable en los coloides edáficos como para afectar  
176 adversamente la producción de los cultivos y la estructura de la mayoría de los suelos.

177 Los coloides se presentan dispersos. Las consecuencias de la sodificación son la  
178 disminución de la porosidad total, particularmente los poros grandes de drenaje, aumento  
179 de los poros finos, obstruyendo la evacuación de excesos hídricos, desarrollando alta  
180 cohesividad lo que constituye una impedancia para el crecimiento de las raíces o  
181 emergencia de plántulas, y con frecuencia, desarrollo de encostramientos y problemáticas  
182 de toxicidad (Vázquez, 2013).

183 Una de las metodologías para la evaluación de la sodicidad del suelo es la cuantificación  
184 relativa del sodio ( $\text{Na}^+$ ) respecto de otros cationes. Cuando se cuantifica la concentración  
185 del  $\text{Na}^+$  en la solución externa se denomina relación de adsorción de sodio (RAS) y se  
186 define con la siguiente ecuación:

187 
$$\text{RAS} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{([\text{Ca}^{+2}] + [\text{Mg}^{+2}])}{2}}}$$

188 Donde:

189 RAS: relación de absorción de sodio.

190  $[\text{Na}^+]$ : concentración de sodio (meq/L).

191  $[\text{Ca}^{+2}]$ : concentración de calcio (meq/L).

192  $[\text{Mg}^{+2}]$ : concentración magnesio (meq/L).

193 En cuanto a los suelos salino-sódicos, son aquellos que contienen elevada proporción de  
194 sales más solubles que el yeso y sodio intercambiable. Presentan en solución suficiente  
195 cantidad de sales, especialmente  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , como para afectar la absorción de agua de las  
196 plantas y la producción económica de los cultivos, y al ser lixiviada estas sales se produce  
197 un deterioro marcado de las características físicas del suelo, que le dan características de  
198 suelos sódicos. Por lo tanto, desde el punto de vista del manejo, éste suelo es  
199 potencialmente sódico.

## 200 **Características del cultivo de tomate**

201 El tomate es la hortaliza más importante en numerosos países. En la actualidad este  
202 cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (FAO) (tabla 1).

203 (Tabla 1 aquí)

204 El valor nutritivo no es muy elevado, no obstante su popularidad, demostrada por su alto  
205 nivel de consumo, convierte a este cultivo en una de las principales fuentes de vitaminas  
206 y minerales en muchos países.

207 El tomate es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas. Los  
208 miembros de esta familia presentan haces bicolaterales, sus flores son radiales y con  
209 cinco estambres. El ovario supero, bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales,  
210 produciendo bayas poliespermas. Con la domesticación y el cultivo es posible observar

211 flores con mayor número de pétalos, así como ovarios multiloculares, en adición al  
212 bilocular que podríamos considerar normal. Siguiendo a Hunziker (1979) la taxonomía  
213 generalmente aceptada es:

214 Clase: *Dicotyledoneas*

215 Orden: *Solanales*

216 Familia: *Solanaceae*

217 Subfamilia: *Solanodeae*

218 Tribu: *Solaneae*

219 Género: *Solanum*

220 Especie: *lycopersicum*

221 Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede  
222 desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta y el crecimiento es limitado en las  
223 variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas.

224 La ramificación es simpodial con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la  
225 yema axilar del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o a ramas  
226 abortivas. Las hojas son compuestas, imparipinnadas con siete a nueve foliolos. La  
227 inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente por cuatro a doce flores. El fruto es  
228 una baya de forma regular, ovoide o aplastada cuyo peso oscila, según variedades, entre  
229 cinco y quinientos gramos. Cuando la planta crece directamente de la semilla sin sufrir  
230 trasplantes desarrolla una potente raíz principal que le permite adaptarse a sistemas  
231 semidesérticos, pero cuando la raíz principal se daña, se desarrolla un sistema de raíces  
232 laterales adventicias.

233 La planta se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos,  
234 temperaturas y método de cultivo, y es moderadamente tolerante a la salinidad. Prefiere  
235 ambientes cálidos con buena iluminación y drenaje. La exposición prolongada a

236 temperaturas inferiores a 10°C, la escarcha, una iluminación diurna inferior a las doce  
237 horas, un drenaje deficiente o un abonado nitrogenado excesivo le afectan  
238 desfavorablemente. El tomate vegeta mejor en suelos sueltos y profundos, aunque no es  
239 exigente siempre que estén bien drenados. Prefiere suelos de pH entre 5 y 7 (Nonnecke,  
240 1989) aunque admite ciertas tolerancias en los valores máximos. Los aportes de materia  
241 orgánica o azufre permiten su cultivo en suelos básicos, reduciendo los eventuales  
242 problemas de absorción de algunos nutrientes; en suelos muy ácidos es necesario el  
243 encalado.

244 En cuanto a las necesidades climáticas del cultivo el tomate requiere una buena  
245 iluminación, entre 8 y 16 horas (Calvert, 1973), menores exposiciones reducen la  
246 fotosíntesis neta, implican mayor competencia por productos asimilados lo que repercute  
247 negativamente en el desarrollo y producción (Aung, 1976). Los efectos negativos de una  
248 baja iluminación pueden compensarse en parte con aumentos del contenido del dióxido  
249 de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire (Cooper y Hurd, 1968).

250 La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la  
251 intersección de radiación por el cultivo.

252 En relación a la temperatura el tomate se considera una planta termoperiódica, las  
253 temperaturas consideradas idóneas para el cultivo oscilan en 20°C durante el día y 18°C  
254 durante la noche. Diferencias térmicas noche/día de 6 a 7°C son óptimas.

255 Es deseable que la humedad relativa del aire sea inferior al 90%, ya que valores  
256 superiores favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente  
257 *Botrytis* considerándose valores óptimos entre el 70 y el 80%.

258 Otra cuestión a tener en cuenta en la producción bajo cubierta es la ventilación. La  
259 reducción del contenido del CO<sub>2</sub> del aire es importante, y sería deseable evitarla,  
260 especialmente en condiciones de alta radiación (Nuez, F.2001).

## 261 **Efectos de las sales sobre el rendimiento del tomate**

262 Los efectos negativos de la salinidad sobre los procesos fisiológicos asociados al  
263 crecimiento y desarrollo de las plantas son responsables de la disminución de la  
264 productividad de las mismas.

265 El tomate, en particular, se considera una especie moderadamente sensible al estrés  
266 salino. Puede tolerar CE de 2,5 dS/m (medidas sobre el extracto de suelo saturado) y en  
267 términos generales, se estima que el rendimiento en fruto decrece alrededor de un 10%  
268 con cada incremento de unidad de CE sobre dicho valor (Maas, 1986).

269 La salinidad afecta de diversas maneras a las plantas de tomate. A nivel de germinación,  
270 a medida que aumenta la concentración de sales en el medio, el porcentaje de  
271 germinación disminuye y el periodo en que este proceso se lleva a cabo se prolonga  
272 (Cuartero y Fernández-Muñoz, 1999; El-Habbasha et al., 1996; Foolad y Lin, 1997;  
273 Singer-SM, 1994).

274 A nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos  
275 órganos; también actúan produciendo efectos tóxicos. La magnitud de las respuestas de  
276 las plantas se encuentra estrechamente relacionada a la concentración de las sales, a la  
277 duración del estrés a que están expuestas y a la especie o cultivar que se trate.

278 La parte aérea de las plantas de tomate igualmente es afectada por la salinidad: las  
279 plantas alcanzan una menor altura, las hojas se presentan en menor número y a la vez  
280 manifiestan una disminución en su densidad estomática en la cara adaxial (Romero,  
281 2001), presentan clorosis y necrosis principalmente en los bordes de las hojas. El área  
282 foliar también disminuye (Romero, 2001; Al-Karaki, 2000).

283 La floración se ve altamente afectada por la salinidad, el número de flores producido por  
284 racimo disminuye drásticamente con el aumento de la concentración salina. Esa  
285 reducción en el número de flores suele ser mayor en los racimos superiores de la planta

286 que en los inferiores. En consecuencia se producen reducciones en el número de frutos  
287 por planta obtenidos. La distribución del número de frutos en la planta no es homogénea  
288 disminuyendo desde los primeros racimos a los últimos (Adams y Ho, 1989).

289 Si bien el rendimiento es adversamente afectado, (Pérez-Alfocea, 1996; Grainferberg et  
290 al., 2000; Faiz-SMA et al., 1994), algunos atributos organolépticos y/o de interés para la  
291 agroindustria se ven favorecidos puesto que presentan un mayor contenido de  
292 compuestos solubles, sólidos totales, acidez titulable y carotenoides.

293 Vinculada a la salinidad, se encuentra la pudrición terminal de los frutos o blossom end  
294 rot, que corresponde a un desorden fisiológico relacionado a varios factores además de la  
295 salinidad, tales como altas concentraciones de magnesio ( $Mg^{+2}$ ), amonio ( $NH_4^+$ ) y/o  
296 potasio ( $K^+$ ), inadecuado desarrollo del xilema, acelerada tasa de crecimiento, relaciones  
297 desfavorables de humedad (alta, baja o fluctuante), calcio poco soluble en el suelo, altas  
298 temperaturas, y alta y baja transpiración, pero la causa base de este desorden es una  
299 inadecuada cantidad de calcio en el extremo distal de los frutos (Taylor y Locassio, 2004).

300 Otros investigadores consideran que soluciones edáficas con una alta salinidad  
301 generalmente producen una deficiencia de calcio en los frutos debido a que ésta reduce la  
302 absorción de calcio y su distribución en la parte distal del fruto (Guichard et al., 2001).

### 303 **Calidad de agua**

304 La calidad del agua es un factor fundamental a tener en cuenta al evaluar la posibilidad de  
305 un sistema de riego.

306 En los invernáculos, la ausencia de precipitaciones atmosféricas obliga a los productores  
307 a regar para satisfacer la demanda de los cultivos. Los productores del Cinturón Hortícola  
308 Platense obtienen el agua de riego desde acuíferos Puelche y Pampeano. Esta es  
309 extraída habitualmente por medio de bombas sumergibles instaladas en perforaciones  
310 realizadas para tal fin, a diferentes profundidades.

311 Según estudios realizados en el área, el agua proveniente de estos acuíferos, puede  
312 clasificarse como bicarbonatada sódica (Auge et al. 2004; Minghinelli, 1995). Éstas  
313 características, sumadas a la presencia de horizontes enterrados de texturas finas y  
314 arcillas expandentes que dificultan el drenaje, favorecen el proceso de sodificación, los  
315 problemas de drenaje y, eventualmente, la salinización (Alconada, 1996; Alconada &  
316 Minghinelli, 1998)

317 Paralelamente, la naturaleza del agua de los acuíferos está sometida a un deterioro de  
318 tipo cuantitativo, al producirse el agotamiento debido a la extracción para riego y  
319 consumo; y cualitativo, especialmente por los niveles de  $\text{NO}_3^-$  presentes en el agua, a  
320 causa de las sobre fertilizaciones habituales en la producción intensiva local (Selis, 2000).

321 La baja calidad del agua, el inadecuado manejo del riego, que no contempla los  
322 requerimientos de lixiviación, la falta de agua de lluvia, la fertilización y el laboreo  
323 intensivo favorecen el desarrollo de procesos degradativos en los suelos como la  
324 salinización, sodificación, desbalance de nutrientes y pérdida de fertilidad física  
325 (Alconada, 1996).

### 326 **Riego localizado**

327 El riego es una práctica fundamental en el cultivo bajo cubierta. Actualmente el método  
328 más utilizado es el riego localizado o micro irrigación.

329 El riego localizado o micro irrigación, humedece una zona limitada del suelo y en éste  
330 volumen humedecido se desarrolla el sistema radicular de la planta.

331 La unidad de riego es el gotero, el cual aplica el agua gota a gota. Alrededor de cada  
332 gotero se forma una zona de suelo húmedo que se llama bulbo o cebolla y su forma  
333 depende directamente del tipo de suelo, la descarga del gotero, la frecuencia de riego,  
334 entre otros factores. Dentro del bulbo se forman tres zonas: La saturada, la de equilibrio y

335 la seca. La acumulación de sales se da en la zona seca, mientras que en las otras dos  
336 zonas la conductividad es similar a la de la solución de riego (Medina San Juan, 1980).

337 Existen tres tipos de sistemas: micro aspersión, goteo superficial (RG) y goteo enterrado o  
338 subterráneo (RGS). La difusión del RGS se ha incrementado a nivel mundial en las  
339 últimas dos décadas, debido a los promisorios resultados logrados en la producción de  
340 numerosos cultivos. Principalmente mejora la eficiencia en el uso del agua manteniendo la  
341 superficie del terreno con muy bajos contenidos hídricos que evitan el desarrollo de  
342 malezas.

343 La mayor eficiencia en el uso del agua y la ubicación profunda del bulbo húmedo  
344 (Andreau et al. 2012) podrían incidir favorablemente en la reducción de la salinidad y  
345 sodicidad del suelo causada por el riego en superficie con aguas de mala calidad. La  
346 razón de ello radica en que al aplicar láminas menores el aporte salino disminuye.  
347 Paralelamente, el desarrollo del bulbo más profundo evita la acumulación salina en  
348 superficie, ya que la capilaridad solo conduce parcialmente las sales contenidas en el  
349 agua aportada, disminuyendo el proceso de evaporación. Estas características permiten  
350 el empleo de aguas de baja calidad y menores tasas de fertilización, por lo que constituiría  
351 una alternativa superadora para el manejo del riego en la zona Hortícola del Gran La  
352 Plata.

### 353 **Drenaje**

354 El drenaje es la remoción de los excesos de agua. El drenaje agrícola constituye un  
355 conjunto de técnicas que permite eliminar cualquier exceso de agua y/o sales que se  
356 presente en la superficie del suelo, o en la zona radicular de los cultivos, con el objeto de  
357 proporcionar a éstos un medio adecuado para su normal desarrollo y mantener el suelo  
358 en condiciones favorables (Villón Béjar, 2007).

359 Cuando se plantea un drenaje subterráneo, generalmente, el objeto es disminuir el nivel  
360 freático del agua subterránea, pero también puede emplearse en suelos afectados con  
361 sales para permitir el lavado de los mismos, y así alcanzar un balance hídrico y salino  
362 favorable para el desarrollo radicular de los cultivos (Villón Béjar, 2007).

363 En cultivos bajo cubierta, el único aporte de agua a los cultivos es el agua de riego.  
364 Cuando ésta no posee una calidad óptima y se emplean grandes cantidades de  
365 agroquímicos, el impacto negativo sobre el suelo por acumulación de sales es muy  
366 importante. La naturaleza fina de los suelos y la ausencia de escurrimiento, acelera el  
367 proceso de degradación debido a la imposibilidad de eliminarlas del sistema. Asimismo, el  
368 consumo de agua por parte del cultivo no afecta dichas sales y aumenta su concentración  
369 en la solución edáfica.

370 Si bien, como se mencionó en el apartado anterior, el riego localizado permite utilizar  
371 bajos niveles de reposición hídrica, la instalación de sistemas de drenaje podría ser una  
372 solución que permita coleccionar los excesos salinos y sódicos en el lomo y facilitar su  
373 evacuación. La recolección de dichos excesos se realiza mediante la instalación de tubos  
374 perforados que permiten el paso de agua a través de perforaciones o por la junta de dos  
375 tubos y, de esta manera, mejorar la relación aire-agua del suelo (Pérez et al. 2011).

376 Sobre la base de lo expuesto y teniendo en cuenta que la producción agrícola bajo  
377 invernáculo es la actividad que predomina en el Cinturón Hortícola Platense, se visualiza  
378 la importancia de conocer cómo afecta a la calidad del recurso suelo, la aplicación de  
379 riego de manera enterrado y sus efectos sobre el rendimiento del cultivo de tomate, así  
380 como también la posibilidad de utilizar el drenaje para eliminar excesos de sales.

### 381 **Hipótesis**

382 La aplicación de riego enterrado y el drenaje subterráneo, disminuyen la acumulación de  
383 sales en el lomo e incrementan el rendimiento en tomate.

384 **Objetivo general**

385 Evaluar en el suelo de un invernadero la distribución espacial de sales y sodio; y su  
386 incidencia en el cultivo de tomate bajo dos sistemas de riego con y sin drenaje.

387 **Objetivos específicos**

388 1. Determinar el efecto del riego enterrado y el drenaje subterráneo sobre la salinidad  
389 y sodicidad edáficas y su ubicación espacial en el lomo.

390 2. Determinar el efecto del riego enterrado y el drenaje subterráneo sobre el  
391 rendimiento del cultivo de tomate.

## 392 **MATERIALES Y MÉTODOS**

### 393 **Características del área y de los suelos empleados**

394 El estudio se llevó a cabo en la localidad de Los Hornos, Partido de La Plata,  
395 perteneciente a la región Pampa Ondulada, caracterizada por suaves ondulaciones y  
396 desarrollada sobre depósitos loéssicos. Los suelos en estudio se ubican en áreas bien  
397 drenadas y poseen perfiles desarrollados, con horizontes A oscuros, profundos y bien  
398 provistos de materia orgánica. Por debajo subyacen horizontes B con fuertes rasgos de  
399 iluviación y presencia de arcillas expandibles. En general, tienen media a alta capacidad  
400 de intercambio catiónico, consecuencia de la MO y el contenido de arcilla. Si bien estos  
401 suelos son de elevada capacidad productiva, los tenores de arcilla otorgan moderada a  
402 baja permeabilidad con elevada plasticidad y adhesividad, principalmente en los  
403 horizontes B (Giménez *et al.*, 1992).

404 El suelo donde se condujo el ensayo pertenece a la Serie Centeno. Su clasificación  
405 taxonómica es Argiudol típico arcilloso fino. Se halla ubicado en un sector de media loma,  
406 con pendientes inferiores al 0,5%.

### 407 **Ensayo de campo**

408 El ensayo se condujo en un invernadero de estructura de madera y cubierta plástica de  
409 tipo doble capilla, situado en la Estación Experimental J. Hirschhorn de la Facultad de  
410 Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, ubicada en Los  
411 Hornos, dentro del cinturón horti-florícola del Partido de La Plata. Pevio a la preparación  
412 de la tierra, se instalaron 2 tubos de drenaje de PVC ranurado Amanco®, de 100 mm de  
413 diámetro y 35 m de longitud, enterrados 0,5 m, centrados sobre el lugar donde  
414 posteriormente se levantaron los lomos. Luego se abonó con cama de pollo ( $78,9 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ )  
415 y se construyeron seis lomos de tierra de 0,8 m de base, 0,4 m de altura y 40 m de  
416 longitud, separados por caminos de 0,5 m. Los lomos del extremo oficiaron de bordura y

417 de los cuatro centrales dos contaron con drenaje artificial (CD) y dos con drenaje natural  
418 (SD).

419 En cada camellón se instaló una cinta de goteo E AXxx Aqua-TraXX® de 200 µm de  
420 espesor de pared y 16 mm de diámetro, con orificios emisores espaciados 0,10 m, con  
421 una descarga unitaria media de 0,00054 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> a una presión operativa entre 0,53 y 0,68  
422 atm, totalizando un caudal erogado de 0,0054 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>. El agua de riego de fuente  
423 subterránea, se filtró con filtro de anillas de 130 mesh y se reguló la presión con una  
424 válvula hidráulica tipo Dorot. Las cintas de goteo se dispusieron en los camellones de dos  
425 formas: sobre la superficie (S) y enterrados 0,20 m (E). La plantación del cultivo fue  
426 llevada a cabo a principios de enero (implantación tardía para la zona en estudio).

427 De ésta manera quedó determinado un tratamiento por lomo, los cuales se resumen en la  
428 Tabla 2 y Figura 1.

429 (Tabla 2 y Figura 1 aquí)

430 El tratamiento SSD ofició de testigo, ya que es la situación de riego que prevalece en la  
431 zona de estudio.

432 Las láminas de riego, se aplicaron en tiempos variables y fueron definidas en base a la  
433 estimación diaria de la evapotranspiración de referencia con datos agro meteorológicos  
434 obtenidos en la Estación Meteorológica Davis Modelo Grow Weather existente en el  
435 predio y valores locales de coeficientes de cultivo del tomate bajo cubierta (Martínez et al,  
436 2006 a y b). Hilerados sobre la cresta del camellón, se trasplantaron plantines injertados  
437 de tomate de tipo indeterminado, con pie Maxifort Ruitter® y copa Etereí Enza Zaden® a  
438 una densidad de 1 individuo m<sup>-2</sup> y posteriormente las plantas se condujeron a 2 ramas,  
439 tutoradas con hilo vertical.

440 **Muestreo de suelo**

441 El muestreo de suelo para calcio, magnesio y sodio se realizó en dos profundidades  
442 diferentes del lomo: a 0,20 m (D) y a 0,40 m (E), con tres repeticiones lo largo de cada  
443 lomo (Figura 2).

444 (Figura 2 aquí)

445 La medición de CE y humedad del suelo a lo largo del ciclo de cultivo se realizó en tres  
446 puntos de la capa externa del lomo (A, B y C), con tres repeticiones (1, 2 y 3) en cada  
447 lomo (Figura 3).

448 (Figura 3 aquí)

449 **Acondicionamiento de las muestras de suelo**

450 Las muestras fueron secadas en estufa de aire forzado a 40°C, luego molidas y  
451 finalmente pasados por tamiz de 2 mm.

452 **Determinación de las variables químicas**

453 Las determinaciones se realizaron según la metodología normalizada descrita por  
454 SAMLA, SAGPyA, 2004.

455 Las determinaciones se realizaron sobre extracto de saturación. Para obtener el mismo,  
456 se preparó una pasta saturada de suelo, utilizando 250 g de muestra y agua destilada  
457 hasta alcanzar la “humedad de saturación”. Se dejó reposar una hora (Larrieu et al, 2016)  
458 y luego se obtuvo el extracto mediante filtración con vacío.

459 Conductividad eléctrica: se determinó de por conductimetría

460 Calcio y magnesio: complejometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

461 Sodio: fotometría de llama.

## 462 **Análisis estadísticos de los resultados**

463 Una vez obtenidos los resultados de los ensayos, se analizaron estadísticamente con el  
464 Programa InfoStat (InfoStat 2008). Se realizó el análisis paramétrico de la varianza sobre  
465 las variables, y se compararon las medias utilizando el test de Tukey (tablas 3, 4, 5 y 6).  
466 Al no cumplirse uno de los supuestos del ANOVA (homogeneidad de las varianzas)  
467 corroborado tanto analítica como gráficamente (tabla 7 y Figuras 4, 5, 6 y 7), intentamos  
468 corregirlas mediante transformaciones con logaritmo natural (Ln) y con raíz cuadrada y  
469 vuelto a evaluar gráficamente (Figuras 8, 9, 10 y 11). Como la heterogeneidad no fue  
470 corregida se recurrió al análisis mediante el método no paramétrico Kruskal Wallis.  
471 (Tablas 3, 4, 5, 6, 7, y Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 aquí)

## 472 **RESULTADOS**

### 473 **Efectos de los tratamientos sobre salinidad y sodicidad edáfica**

474 Las tablas 8 y 9 y Figura 12 contienen los valores de CE correspondientes a los distintos  
475 tratamientos, en estas se puede apreciar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los  
476 mismos, observándose mayor acumulación de sales en los tratamientos con riego  
477 enterrado. Mientras que no se hallan diferencias para los tratamientos con o sin drenaje.  
478 (Tablas 8 y 9 y Figura 12 aquí)

479 El contenido de sodio medido en el extracto de saturación de las muestras de suelo se  
480 expone en las tablas 10 y 11 y Figura 13. En las mismas se observó que hay diferencias  
481 significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos a distintas profundidades de riego,  
482 presentando mayor concentración en los tratamientos con riego enterrado. Por otro lado,  
483 el drenaje no influyó de manera significativa aunque mostró diferencias a favor de la  
484 presencia del mismo.

485 (Tablas 10 y 11 y Figura 13 aquí)

486 La tabla 12 correspondiente a la RAS muestra que no existen diferencias significativas  
487 ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos para este parámetro. A pesar de ello, se observó que los  
488 tratamientos de riego superficial poseen valores inferiores de la RAS con respecto a los  
489 tratamientos de riego enterrado. En el tratamiento de riego enterrado sin drenaje el valor  
490 de la RAS superó el medido en el tratamiento de riego enterrado con drenaje. Dentro de  
491 estos dos, el valor de la RAS a 0,4 m superó al valor a 0,2 m. Por su parte, en el  
492 tratamiento de riego superficial con drenaje se evidenció el comportamiento contrario, es  
493 decir, los valores de la RAS a 0,20 m son mayores a los medidos a 0,4 m, no hallándose  
494 diferencias en el tratamiento de riego superficial sin drenaje. (Figura 14).

495 (Tabla 12 y Figura 14 aquí)

#### 496 **Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento**

497 A nivel estadístico no hay diferencias significativas ( $p>0,05$ ) para los rendimientos  
498 promedios, observándose que los lomos con riego superficial obtuvieron mayores  
499 rendimientos. (Tabla 13 y Figura 15).

500 (Tabla 13 y Figura 15 aquí)

#### 501 **Efectos de los tratamientos sobre CE y humedad en la capa superficial del lomo**

502 El tratamiento de riego enterrado y con drenaje presentó mayor contenido de humedad en  
503 el punto A del lomo, observándose una tendencia decreciente en dirección al punto B y C.

504 Por su parte, la conductividad presentó el mismo comportamiento.

505 En el caso del riego superficial sin drenaje, la humedad presentó el mismo patrón  
506 decreciente, pero con contenidos hídricos menores. En cuanto a la CE, es notablemente  
507 menor que en el tratamiento de enterrado con drenaje y uniforme en los tres puntos de la  
508 superficie del lomo (Figuras 16 y 17).

509 (Figuras 16 y 17 aquí)

510 Cuando se analizan los contenidos hídricos de todos los tratamientos, se visualizó la  
511 misma tendencia, es decir, los tratamientos con riego enterrado tienen mayor contenido  
512 hídrico respecto a los tratamientos con riego superficial (Figura 18).

513 (Figura 18 aquí)

#### 514 **DISCUSIÓN**

515 Los resultados obtenidos en el ensayo contrastan lo planteado en la hipótesis. Los  
516 rendimientos en los tratamientos con riego enterrado son menores que los obtenidos en  
517 los tratamientos con riego superficial. Esto puede ser ocasionado por la mayor CE (lo que  
518 produjo menor crecimiento de la planta debido a que esta destina más energía a la  
519 absorción de agua en detrimento de su actividad metabólica), que combinado a la menor  
520 precocidad advertida en los tratamientos con riego enterrado y la época de plantación  
521 tardía (principios de enero), provocaron una disminución los componentes del  
522 rendimiento.

523 En cuanto a CE, el mayor valor de este parámetro fue para los tratamientos con riego  
524 enterrado, esto podría explicarse por el mayor aporte salino del agua debido a la cercanía  
525 de los goteros a las zonas de toma de muestras. Por otro parte, la RAS aumentó en  
526 profundidad en los tratamientos con riego enterrado (no así con riego superficial), y esto  
527 podría ser explicado por la mayor lixiviación del sodio respecto al calcio y magnesio.

528 Respecto al contenido de humedad en la capa superficial del lomo, se midió mayor  
529 contenido de humedad en los tres puntos del lomo (A, B y C) en el tratamiento con riego  
530 enterrado. Esto se debe a que en este tratamiento el agua provista está menos expuesta  
531 a las condiciones atmosféricas que favorecen la evaporación. Por otro lado, la mayor CE  
532 medida en la capa superficial del lomo de los tratamientos con riego enterrado es  
533 generada por la falta de lavado y la acumulación de sales por flujo evaporativo,  
534 determinando el patrón característico de acumulación de sales en este sistema de riego.

535 **CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

536 De lo estudiado podemos llegar a las siguientes conclusiones:

537 • Con riego superficial se obtiene mayor rendimiento respecto al riego enterrado  
538 para una plantación tardía

539 • Con riego enterrado se obtiene mayor humedad pero genera niveles superiores de  
540 CE en la capa superficial del lomo

541 • El riego enterrado produce mayor concentración salina y RAS en profundidad

542 Para sistemas de riego enterrado es recomendable añadir una forma de provisión de agua  
543 complementaria (en el ensayo se rego con regadera) para los primeros estadios de la  
544 plantación con el objetivo de evitar pérdidas en el stand de plantas y no retardar su  
545 crecimiento, logrando que se desarrollen con la misma precocidad que las plantas en  
546 sistema de riego superficial. O en su defecto, ubicar la cinta de riego a una profundidad  
547 menor, quedando el agua más al alcance de las raíces del plantín recién implantado.

548 Para comprobar si los resultados obtenidos representan el comportamiento de los suelos  
549 de la zona bajo estudio, debería implementarse durante un periodo de años consecutivos  
550 el mismo ensayo. Además, para futuras investigaciones sería conveniente llevar a cabo  
551 tratamientos idénticos para las diferentes épocas de plantación (temprana, intermedia y  
552 tardía), con el fin de analizar la variación e influencia de los componentes del rendimiento.

553

554

555

556

557

558

559 **BIBLIOGRAFIA**

560 **Adams, P. and L. C. Ho**, 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield,  
561 quality and calcium status of tomatoes. J. Hort. Sci., 64: 725-732.

562 **Alconada M.** 1996. Deterioro físico-químico de un Vertisol con cultivos protegidos en el  
563 partido de La Plata. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Actas XIII (en  
564 CD). Aguas de Lindoia, Sao Paulo, Brasil.

565 **Alconada M. & Minghinelli F.** 1998. Calidad del agua de riego según diferentes criterios:  
566 su influencia sobre la salinización – alcalinización de suelos con cultivos protegidos en el  
567 Gran La Plata. XVI° Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz, Córdoba,  
568 Argentina. 4 al 7 de mayo, pp. 229 – 230.

569 **Al-Karaki, G. N.** 2000. Growth, sodium, and potassium uptake and translocation in salt  
570 stressed tomato. Journal of plant nutrition. Monticello, N.Y. Marcel Dekker Inc. pp. 369-  
571 379.

572 **Andreau R., Etchevers P., Chale W. & Génova L.** 2012. Riego por goteo superficial y  
573 subterráneo de tomate cultivado bajo cubierta: distribución de la humedad edáfica y  
574 rendimiento cuali-cuantitativo. Libro de Resúmenes de las VI Jornadas de Riego y  
575 Fertirriego. Fac. de Cs. Agrarias, UN de Cuyo, Chacras de Coria, Mendoza, Argentina. 7  
576 al 9 de noviembre. Disponible en:

577 [http://www.riegoyfertirriego.com/VI\\_Jornadas/VI\\_JARF\\_TrabajosCompletos/Andreau.pdf](http://www.riegoyfertirriego.com/VI_Jornadas/VI_JARF_TrabajosCompletos/Andreau.pdf)

578 Consultado el 1/04/2018

579 **Auge M.; Hirata R. & López Vera F.** 2004. Vulnerabilidad de contaminación con nitratos  
580 del acuífero Puelche en La Plata, Argentina. Informe del Centro de Estudios de América  
581 Latina (CEAL) U.A.M. S.C.H. p. 187. **Cerón L. & Melgarejo L.** 2005. Enzimas del suelo:  
582 Indicadores de salud y calidad. Acta Biol. Col. 10(1), pp. 5 - 17.

583 **Cuartero J., Fernández Muñoz, R.** 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*. Pp.  
584 83-125.

585 **Doran J. W. & Safley M.** 1997. Defining and Assessing Soil Health and Sustainable  
586 Productivity. En Pankhurst, C. Doube, B.M. Gupta V.V.S.R. (Eds.). *Biological Indicators of*  
587 *Soil Health*. Cab international, New York. pp. 1-22

588 **El-Habbasha-km; Shaheen-am; Rizk-fa.** 1996. Germination of some tomato cultivars as  
589 affected by salinity stress condition. *Egyptian-Journal-of-Horticulture*. Pp. 179-190.

590 **Faiz-sma; Ullah-sm; Hussain-akma; Kamalatmm; Ardu-sattar.** 1994. Yield, mineral  
591 contents and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*) under salt stress in a saline soil.  
592 *Current-Agriculture*.

593 **FAO**, 2018. Datos estadísticos mundiales de producción de tomate fresco. Disponible en:  
594 <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> Consultado el 20/03/2018.

595 **Foolad, M.R., Lin, G.Y.** 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in  
596 *Lycopersicon* species. *HortScience*.

597 **Grainferberg, A., Giustiniani, L., Barsanti, L., Botrini, L.** 2000. Effect of salt-stress on  
598 tomato fruit quality. *Colture-Protette*. pp. 71-80.

599 **Guichard, S., Bertin, N., Leonardi, C., Gary, C.** 2001. Tomato fruit quality in relation to  
600 water and carbon fluxes. *Agronomie*. 21, pp. 385-392.

601 **Infostat**, 2008. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M.,  
602 Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional  
603 de Córdoba, Argentina.

604 **José A. Medina San Juan.** 1980. Riego por Goteo. Editorial Mundi-Prensa, España. 237  
605 pp.

606 **Larrieu, L., Clausi, M., Bongiorno, F., Merani, V.,<sup>1</sup> ; Nughes, L.,<sup>1</sup> ; Juan, L., Mainero,**  
607 **J., Benardi, D., Millán, G.** 2016. Conductividad eléctrica en pasta y extracto modificado

608 tiempos de reposo en suelos de regiones húmedas. XXV Congreso Argentino de la  
609 Ciencia del Suelo. Disponible en:  
610 [https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/4114/11746\\_4114.pdf-](https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/4114/11746_4114.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
611 [PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/4114/11746_4114.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Consultado el 15/04/2018.

612 **López Camelo. 2012.** La utilización del Google Earth™ para el relevamiento de la su-  
613 perficie bajo cubierta en el Gran Buenos Aires. XXXV Congreso Argentino de Horticultura,  
614 Corrientes, Setiembre 2012.

615 **Maas EV.** Tolerancia a la sal de las plantas. Applied Agricultural Research. 1986; 1: 12-26.

616 **Matthew D. Taylor & Salvatore J. Locascio** (2007) Blossom-End Rot: A Calcium  
617 Deficiency, Journal of Plant Nutrition, 27:1, 123-139, DOI: [10.1081/PLN-120027551](https://doi.org/10.1081/PLN-120027551)

618 **McKenzie, B.D. & Y.A. Leshen.** 1994. Stress and stress coping in cultivated plants.  
619 Kluwer Academic Publisher, London, UK. p. 256

620 **Minghinelli F.** 1995. Geohidrología ambiental del acuífero freático en las Cuencas de los  
621 Arroyos Martín y Carnaval, La Plata. Evaluación impacto ambiental. CIC. p. 193

622 **Nuez, F. 2001.** El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, España. 793 pp.

623 **Perez Alfocea, F., Balibrea, M.E.; Santa Cruz, A.; Estan, M.T.** 1996. Agronomical and  
624 physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. Plant-  
625 and-Soil. pp 251-257.

626 **Pérez R. P., Sánchez M. R., Rodríguez J. M. D., Guevara D. M., Mompíe E. J.,**  
627 **Arrebato M. Á. R. & López L. A. M.** 2011. Principales beneficios que se alcanzan con la  
628 práctica adecuada del drenaje agrícola. Cultivos Tropicales, 32(2), pp. 52-60.

629 **Pla Sentis, I.** 1979. Suelos salinos y elementos secundarios. Suelos ecuatoriales. V: X  
630 (2): 26-50p.

631 **Rhoades, J. D.** 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. Methods  
632 of Soil Analysis Part 3. Chemical Methods. pp. 417-435.

633 **Romero Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J.** 2001. Tomato plant-water uptake and plant-  
634 water relationships under saline growth conditions. Plant Science.

635 **Selis D.** 2000. Análisis de las externalidades negativas del cambio tecnológico en la  
636 región del Gran La Plata, Buenos Aires, Argentina. X Congreso Mundial de Sociología  
637 Rural, Río de Janeiro, Brasil.

638 **Sprenst, J.I. & H.H. Zahran.** 1988. Infection, development and functioning of nodules  
639 under drought and salinity. Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture.  
640 In D.P. Beck and L.A. Materon (Eds.). The Netherlands. Pp. 145-151.

641 **USDA.** 2013. Natural resources conservation services en Soil Quality / Soil Health  
642 Concepts. Disponible en: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/health/>  
643 Consultado el 1/04/2018

644 **Vázquez M.** 2013. Apuntes del curso Manejo de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y  
645 Forestales. UN de La Plata.

646 **Villón Béjar, M.** 2007. Drenaje. Editorial Tecnológicas de Costa Rica. 21-24 pp.

647 **Wang X. & Gong Z.** 1998. Assessment and analysis of soil quality changes after eleven  
648 years of reclamation in subtropical China. Geoderma 81, pp. 339-355.

649

650

651

652

653 **ANEXO**

654 Tabla 1. Producción mundial de tomate fresco en toneladas (t). FAO.

Producción Mundial de tomate fresco	Año		
	2014	2015	2016
	172.499.120 t	174.122.499 t	177.042.359 t

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675 Tabla 2. Tratamientos realizados en los diferentes lomos.

Tratamiento	Descripción	676
SSD	Cinta de riego superficial, 0 m. Sin drenaje.	
ESD	Cinta de riego enterrada, 0,2 m. Sin drenaje.	
SCD	Cinta de riego superficial, 0 m. Con drenaje.	
ECD	Cinta de riego enterrada, 0,2 m. Con drenaje.	

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695 Tabla 3. Análisis de la varianza para la [Na<sup>+</sup>]

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Conc Na+(meq/l)	24	0,46	0,23	93,69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11907,43	7	1701,06	1,97	0,1233
Riego	9262,18	1	9262,18	10,74	0,0047
Drenaje	2,4	1	2,4	2,80E-03	0,9586
Profundidad (cm)	427,73	1	427,73	0,5	0,4913
Riego*Drenaje	0,07	1	0,07	8,70E-05	0,9927
Riego*Profundidad (cm)	308,01	1	308,01	0,36	0,5584
Drenaje*Profundidad (cm)	1028,1	1	1028,1	1,19	0,291
Riego*Drenaje*Profundidad ..	878,94	1	878,94	1,02	0,3277
Error	13794,23	16	862,14		
Total	25701,66	23			

696

697

698

699

700

701

702 Tabla 4. Análisis de la varianza para la CE.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
CE(ms/cm)	24	0,57	0,38	85,52	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	276,27	7	39,47	3	0,0326
Riego	217,8	1	217,8	16,55	0,0009
Drenaje	0,94	1	0,94	0,07	0,7922
Profundidad (cm)	11,21	1	11,21	0,85	0,3698
Riego*Drenaje	0,56	1	0,56	0,04	0,8394
Riego*Profundidad (cm)	9	1	9	0,68	0,4203
Drenaje*Profundidad (cm)	19,51	1	19,51	1,48	0,241
Riego*Drenaje*Profundidad ..	17,24	1	17,24	1,31	0,2692
Error	210,52	16	13,16		
Total	486,78	23			

703

704

705

706

707

708

709

710

711 Tabla 5. Análisis de la varianza para el RAS.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
RAS	24	0,22	0	40,94	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	128,08	7	18,3	0,66	0,7025
Riego	51,85	1	51,85	1,87	0,1905
Drenaje	30,09	1	30,09	1,08	0,3131
Profundidad (cm)	1,89	1	1,89	0,07	0,7972
Riego*Drenaje	19,28	1	19,28	0,69	0,4168
Riego*Profundidad (cm)	12,06	1	12,06	0,43	0,519
Drenaje*Profundidad (cm)	11,17	1	11,17	0,4	0,5347
Riego*Drenaje*Profundidad					
..	1,73	1	1,73	0,06	0,8059
Error	443,86	16	27,74		
Total	571,94	23			

712

713

714

715

716

717

718

719 Tabla 6. Análisis de la varianza para el rendimiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Rendimiento	16	0,32	0,15	22,64	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2812587,19	3	937529,06	1,89	0,1857
Riego	2809814,06	1	2809814,06	5,65	0,0349
Drenaje	945,56	1	945,56	1,90E-03	0,9659
Riego*Drenaje	1827,56	1	1827,56	3,70E-03	0,9526
Error	5964488,25	12	497040,69		
Total	8777075,44	15			

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730 Tabla 7. Prueba de F para todas las variables.

Prueba F para igualdad de varianzas									
Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	Var(1)	Var(2)	F	P	prueba
Rend.	{E:CD:20,00}	{E:CD:40,00}	2	2	522753	522753,13	1	>0,9999	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{E:SD:20,00}	2	2	522753	181202	2,88	0,6775	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{E:SD:40,00}	2	2	522753	181202	2,88	0,6775	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{S:CD:20,00}	2	2	522753	142044,5	3,68	0,6118	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	2	2	522753	142044,5	3,68	0,6118	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	2	2	522753	2136244,5	0,24	0,5849	Bilateral
Rend.	{E:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	2	2	522753	2136244,5	0,24	0,5849	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{E:SD:20,00}	2	2	522753	181202	2,88	0,6775	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{E:SD:40,00}	2	2	522753	181202	2,88	0,6775	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{S:CD:20,00}	2	2	522753	142044,5	3,68	0,6118	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{S:CD:40,00}	2	2	522753	142044,5	3,68	0,6118	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	2	2	522753	2136244,5	0,24	0,5849	Bilateral
Rend.	{E:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	2	2	522753	2136244,5	0,24	0,5849	Bilateral
Rend.	{E:SD:20,00}	{E:SD:40,00}	2	2	181202	181202	1	>0,9999	Bilateral
Rend.	{E:SD:20,00}	{S:CD:20,00}	2	2	181202	142044,5	1,28	0,9227	Bilateral
Rend.	{E:SD:20,00}	{S:CD:40,00}	2	2	181202	142044,5	1,28	0,9227	Bilateral
Rend.	{E:SD:20,00}	{S:SD:20,00}	2	2	181202	2136244,5	0,08	0,3608	Bilateral
Rend.	{E:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	2	2	181202	2136244,5	0,08	0,3608	Bilateral
Rend.	{E:SD:40,00}	{S:CD:20,00}	2	2	181202	142044,5	1,28	0,9227	Bilateral
Rend.	{E:SD:40,00}	{S:CD:40,00}	2	2	181202	142044,5	1,28	0,9227	Bilateral
Rend.	{E:SD:40,00}	{S:SD:20,00}	2	2	181202	2136244,5	0,08	0,3608	Bilateral

Rend.	{E:SD:40,00}	{S:SD:40,00}	2	2	181202	2136244,5	0,08	0,3608	Bilateral
Rend.	{S:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	2	2	142045	142044,5	1	>0,9999	Bilateral
Rend.	{S:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	2	2	142045	2136244,5	0,07	0,3213	Bilateral
Rend.	{S:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	2	2	142045	2136244,5	0,07	0,3213	Bilateral
Rend.	{S:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	2	2	142045	2136244,5	0,07	0,3213	Bilateral
Rend.	{S:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	2	2	142045	2136244,5	0,07	0,3213	Bilateral
Rend.	{S:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	2	2	2136245	2136244,5	1	>0,9999	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{E:CD:40,00}	3	3	27	55,24	0,5	0,6624	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{E:SD:20,00}	3	3	27	64,17	0,43	0,5978	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	27	71,79	0,38	0,5519	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	27	1,69	16,18	0,1164	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	27	0,61	44,89	0,0436	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	27	0,42	64,8	0,0304	Bilateral
RAS	{E:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	27	0,64	42,79	0,0457	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{E:SD:20,00}	3	3	55	64,17	0,86	0,9253	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{E:SD:40,00}	3	3	55	71,79	0,77	0,8697	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	55	1,69	32,67	0,0594	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	55	0,61	90,64	0,0218	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	55	0,42	130,84	0,0152	Bilateral
RAS	{E:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	55	0,64	86,39	0,0229	Bilateral
RAS	{E:SD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	64	71,79	0,89	0,9439	Bilateral
RAS	{E:SD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	64	1,69	37,95	0,0514	Bilateral
RAS	{E:SD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	64	0,61	105,28	0,0188	Bilateral
RAS	{E:SD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	64	0,42	151,98	0,0131	Bilateral

RAS	{E:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	64	0,64	100,35	0,0197	Bilateral
RAS	{E:SD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	72	1,69	42,45	0,046	Bilateral
RAS	{E:SD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	72	0,61	117,79	0,0168	Bilateral
RAS	{E:SD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	72	0,42	170,03	0,0117	Bilateral
RAS	{E:SD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	72	0,64	112,27	0,0177	Bilateral
RAS	{S:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	2	0,61	2,77	0,5299	Bilateral
RAS	{S:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	2	0,42	4,01	0,3996	Bilateral
RAS	{S:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	2	0,64	2,64	0,5488	Bilateral
RAS	{S:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	1	0,42	1,44	0,8185	Bilateral
RAS	{S:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	1	0,64	0,95	0,976	Bilateral
RAS	{S:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	0,64	0,66	0,7954	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{E:CD:40,00}	3	3	4687	634,45	7,39	0,2384	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{E:SD:20,00}	3	3	4687	639,83	7,33	0,2402	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	4687	929,78	5,04	0,3311	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	4687	0,3	15377,9	0,0001	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	4687	3,64	1287,08	0,0016	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	4687	0,45	10332,03	0,0002	Bilateral
[Na+]	{E:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	4687	1,62	2887,55	0,0007	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{E:SD:20,00}	3	3	634	639,83	0,99	0,9958	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{E:SD:40,00}	3	3	634	929,78	0,68	0,8112	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	634	0,3	2081,58	0,001	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	634	3,64	174,22	0,0114	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	634	0,45	1398,56	0,0014	Bilateral
[Na+]	{E:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	634	1,62	390,87	0,0051	Bilateral

[Na+]	{E:SD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	640	929,78	0,69	0,8153	Bilateral
[Na+]	{E:SD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	640	0,3	2099,26	0,001	Bilateral
[Na+]	{E:SD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	640	3,64	175,7	0,0113	Bilateral
[Na+]	{E:SD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	640	0,45	1410,44	0,0014	Bilateral
[Na+]	{E:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	640	1,62	394,18	0,0051	Bilateral
[Na+]	{E:SD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	930	0,3	3050,57	0,0007	Bilateral
[Na+]	{E:SD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	930	3,64	255,32	0,0078	Bilateral
[Na+]	{E:SD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	930	0,45	2049,6	0,001	Bilateral
[Na+]	{E:SD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	930	1,62	572,82	0,0035	Bilateral
[Na+]	{S:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	0	3,64	0,08	0,1545	Bilateral
[Na+]	{S:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	0	0,45	0,67	0,8037	Bilateral
[Na+]	{S:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	1,62	0,19	0,3162	Bilateral
[Na+]	{S:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	4	0,45	8,03	0,2215	Bilateral
[Na+]	{S:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	4	1,62	2,24	0,6166	Bilateral
[Na+]	{S:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	1,62	0,28	0,4369	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{E:CD:40,00}	3	3	81	11,68	6,91	0,2527	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{E:SD:20,00}	3	3	81	2,09	38,59	0,0505	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	81	10,63	7,59	0,2327	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	81	0,01	8074,75	0,0002	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	81	0,05	1538,05	0,0013	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	81	0	9,82E+33	<0,0001	Bilateral
CE	{E:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	81	0,04	1863,4	0,0011	Bilateral
CE	{E:CD:40,00}	{E:SD:20,00}	3	3	12	2,09	5,58	0,3039	Bilateral
CE	{E:CD:40,00}	{E:SD:40,00}	3	3	12	10,63	1,1	0,9531	Bilateral

CE	{E:CD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	12	0,01	1167,88	0,0017	Bilateral
CE	{E:CD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	12	0,05	222,45	0,009	Bilateral
CE	{E:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	12	0	1,42E+33	<0,0001	Bilateral
CE	{E:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	12	0,04	269,51	0,0074	Bilateral
CE	{E:SD:20,00}	{E:SD:40,00}	3	3	2	10,63	0,2	0,3289	Bilateral
CE	{E:SD:20,00}	{S:CD:20,00}	3	3	2	0,01	209,25	0,0095	Bilateral
CE	{E:SD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	2	0,05	39,86	0,049	Bilateral
CE	{E:SD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	2	0	2,54E+32	<0,0001	Bilateral
CE	{E:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	2	0,04	48,29	0,0406	Bilateral
CE	{E:SD:40,00}	{S:CD:20,00}	3	3	11	0,01	1063,3	0,0019	Bilateral
CE	{E:SD:40,00}	{S:CD:40,00}	3	3	11	0,05	202,53	0,0098	Bilateral
CE	{E:SD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	11	0	1,29E+33	<0,0001	Bilateral
CE	{E:SD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	11	0,04	245,38	0,0081	Bilateral
CE	{S:CD:20,00}	{S:CD:40,00}	3	3	0	0,05	0,19	0,32	Bilateral
CE	{S:CD:20,00}	{S:SD:20,00}	3	3	0	0	1,22E+30	<0,0001	Bilateral
CE	{S:CD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	0,04	0,23	0,375	Bilateral
CE	{S:CD:40,00}	{S:SD:20,00}	3	3	0	0	6,38E+30	<0,0001	Bilateral
CE	{S:CD:40,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	0,04	1,21	0,9043	Bilateral
CE	{S:SD:20,00}	{S:SD:40,00}	3	3	0	0,04	0	<0,0001	Bilateral

731 Valores de  $p < 0,05$ : se acepta la hipótesis de que existe homogeneidad de varianzas.

732

733

734

735 Tabla 8. Análisis de la varianza no paramétrica con Kruskal Wallis para la CE.

Variable	Riego	Drenaje	Profundidad (cm)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
CE	E	CD	20	3	10,65	8,99	8,55	18,82	0,0085
CE	E	CD	40	3	4,56	3,42	3,78		
CE	E	SD	20	3	6,45	1,45	7,05		
CE	E	SD	40	3	7,36	3,26	8,33		
CE	S	CD	20	3	1,4	0,1	1,4		
CE	S	CD	40	3	1,15	0,23	1,1		
CE	S	SD	20	3	1,2	0	1,2		
CE	S	SD	40	3	1,17	0,21	1,1		

736 Valor  $p \leq 0,05$ : Las diferencias entre algunas de las medianas son estadísticamente  
 737 significativas.

738

739

740

741

742

743

744

745

746 Tabla 9. Valores de ranking de CE de los tratamientos.

Trat.	Ranks			
S:CD:40,00	4,83	A		
S:SD:40,00	5,17	A	B	
S:SD:20,00	6	A	B	
S:CD:20,00	10	A	B	C
E:CD:40,00	16,33		B	C
E:SD:20,00	18			C
E:SD:40,00	19,67			C
E:CD:20,00	20			C

747 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757 Tabla 10. Análisis de la varianza no paramétrica con Kruskal Wallis para la [Na+].

Variable	Riego	Drenaje	Profundidad (cm)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Conc Na+(meq/l)	E	CD	20	3	71,76	68,46	51,75	17,66	0,0135
Conc Na+(meq/l)	E	CD	40	3	30,96	25,19	20,87		
Conc Na+(meq/l)	E	SD	20	3	45,82	25,29	57,88		
Conc Na+(meq/l)	E	SD	40	3	55,41	30,49	64,88		
Conc Na+(meq/l)	S	CD	20	3	13,09	0,55	12,85		
Conc Na+(meq/l)	S	CD	40	3	10,82	1,91	10,57		
Conc Na+(meq/l)	S	SD	20	3	11,58	0,67	11,97		
Conc Na+(meq/l)	S	SD	40	3	11,29	1,27	10,95		

758 Valor  $p \leq 0,05$ : Las diferencias entre algunas de las medianas son estadísticamente  
 759 significativas.

760

761

762 Tabla 11. Valores de ranking de [Na+] de los tratamientos.

Trat.	Ranks		
S:CD:40,00	5,17	A	
S:SD:40,00	5,5	A	
S:SD:20,00	5,67	A	
S:CD:20,00	11,33	A	B
E:CD:40,00	14,67	A	B
E:SD:20,00	18,33		B
E:CD:20,00	18,67		B
E:SD:40,00	20,67		B

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774 Tabla 12. Análisis de la varianza no paramétrica con Kruskal Wallis para la RAS.

Variable	Riego	Drenaje	Profundidad (cm)	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RAS	E	CD	20	3	12,28	5,23	12,25	3,21	0,8646
RAS	E	CD	40	3	12,36	7,43	8,11		
RAS	E	SD	20	3	14,41	8,01	18,2		
RAS	E	SD	40	3	18,29	8,47	20,69		
RAS	S	CD	20	3	12,01	1,3	11,42		
RAS	S	CD	40	3	10,33	0,78	10,75		
RAS	S	SD	20	3	11,63	0,65	11,72		
RAS	S	SD	40	3	11,6	0,8	11,74		

775 Valor  $p > 0,05$ : Las diferencias entre las medianas no son estadísticamente significativas.

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788 Tabla 13. Análisis de la varianza no paramétrica con Kruskal Wallis para el rendimiento.

Variable	Riego	Drenaje	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimiento	E	CD	4	2713,75	590,34	2713,75	6,71	0,0791
Rendimiento	E	SD	4	2677	347,56	2677		
Rendimiento	S	CD	4	3530,5	307,73	3530,5		
Rendimiento	S	SD	4	3536,5	1193,38	3536,5		

789 Valor  $p > 0,05$ : Las diferencias entre las medianas no son estadísticamente  
 790 significativas.

791

792

793

794

795

796

797

798

799

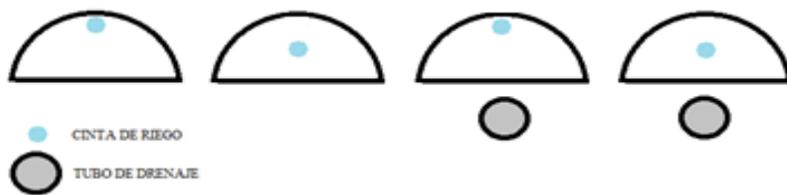
800

801

802

803

804



805

806 Figura 1. Esquema de los tratamientos establecidos.

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

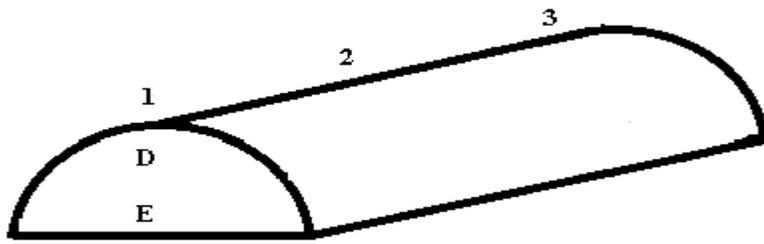
817

818

819

820

821



822

823 Figura 2. Punto de toma de muestras de suelo y repeticiones.

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

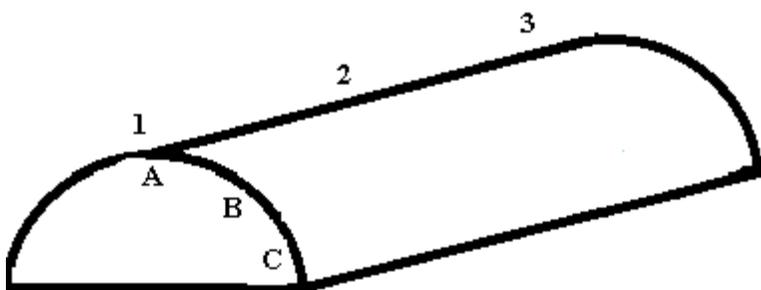
837

838

839

840

841



842

843 Figura 3. Punto de muestreo de %H y CE, y sus repeticiones.

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

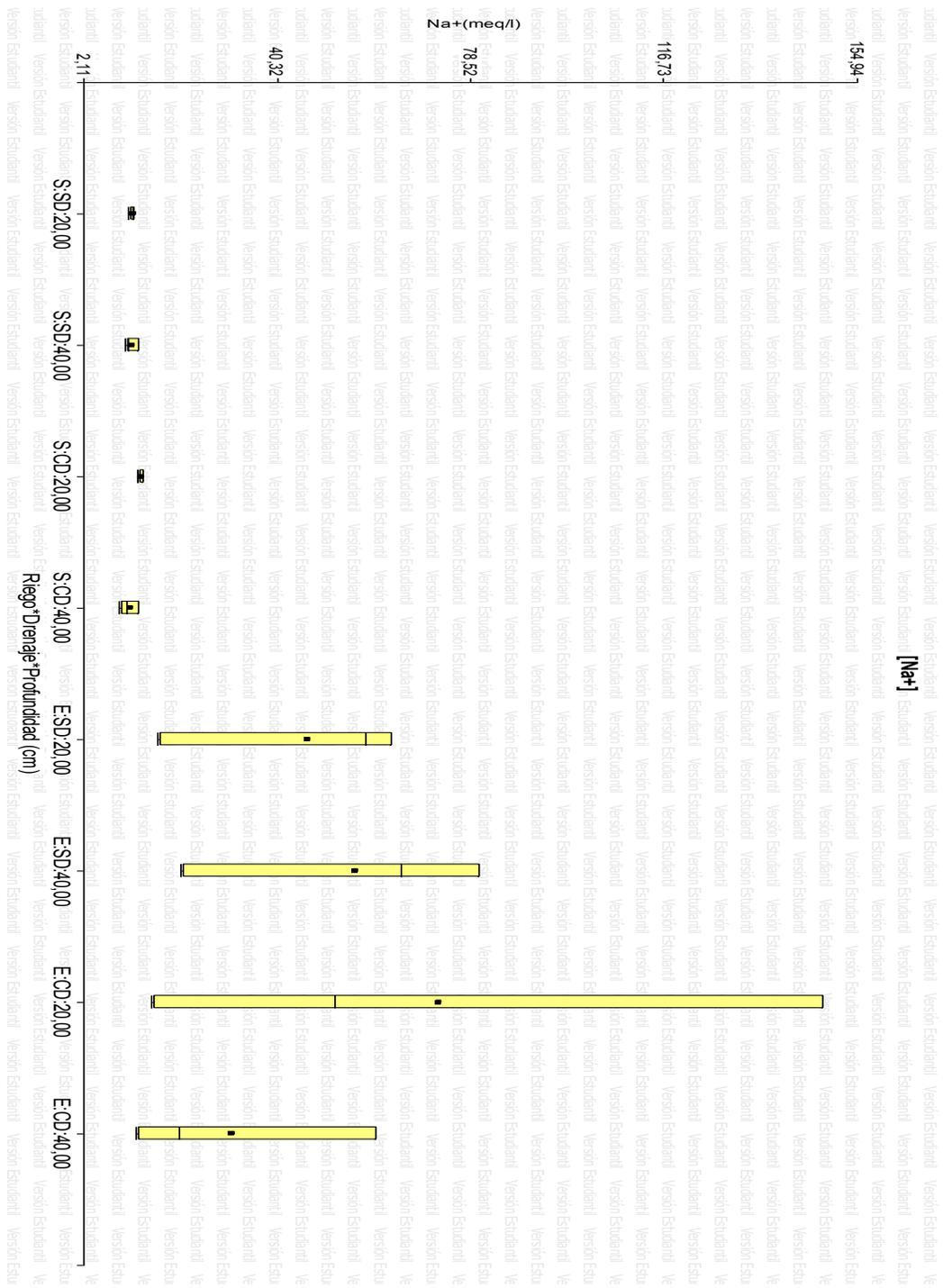


Figura 4. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas en la  $[Na^+]$ .

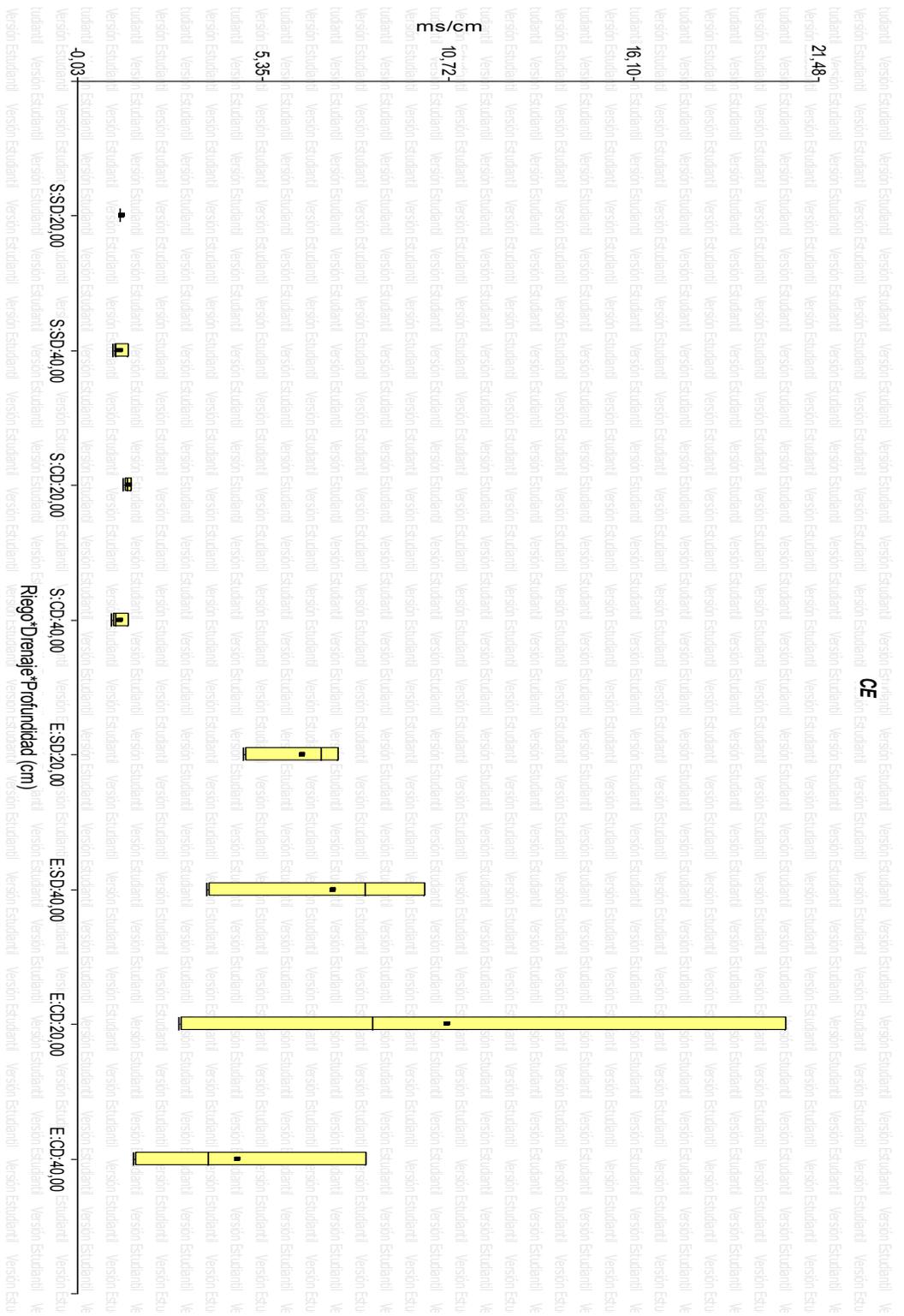


Figura 5. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas en la CE.

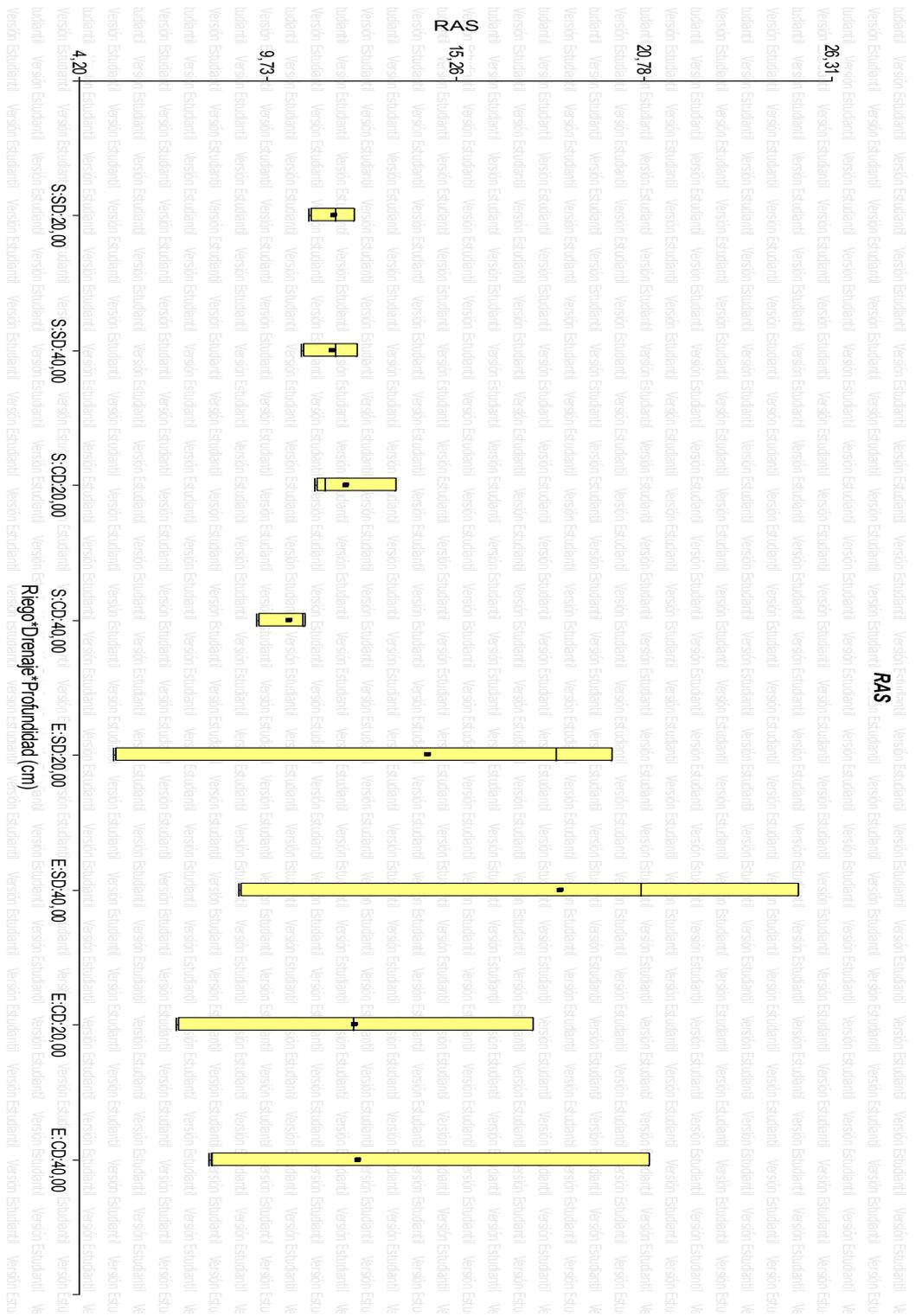
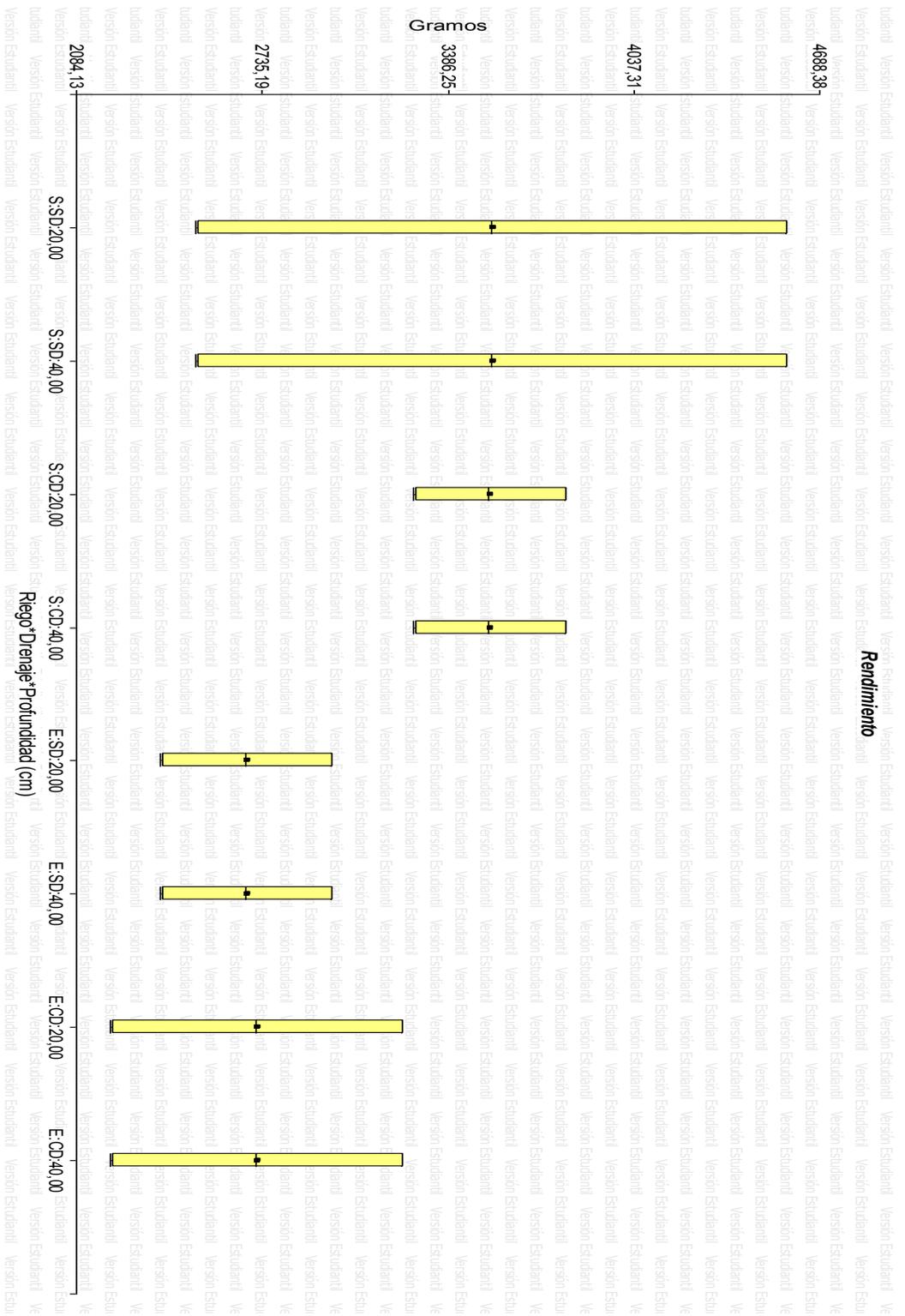
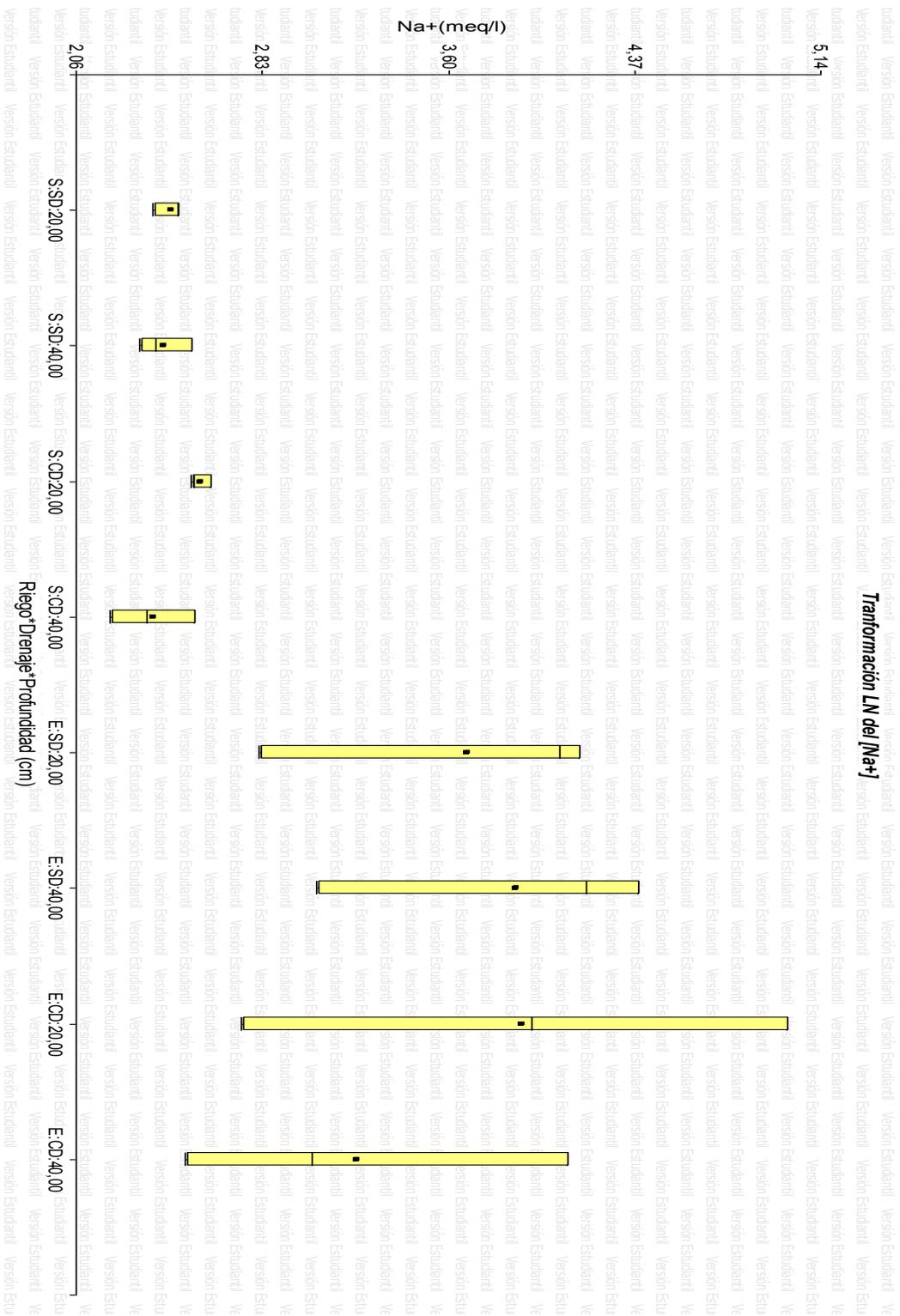


Figura 6. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas en la RAS.



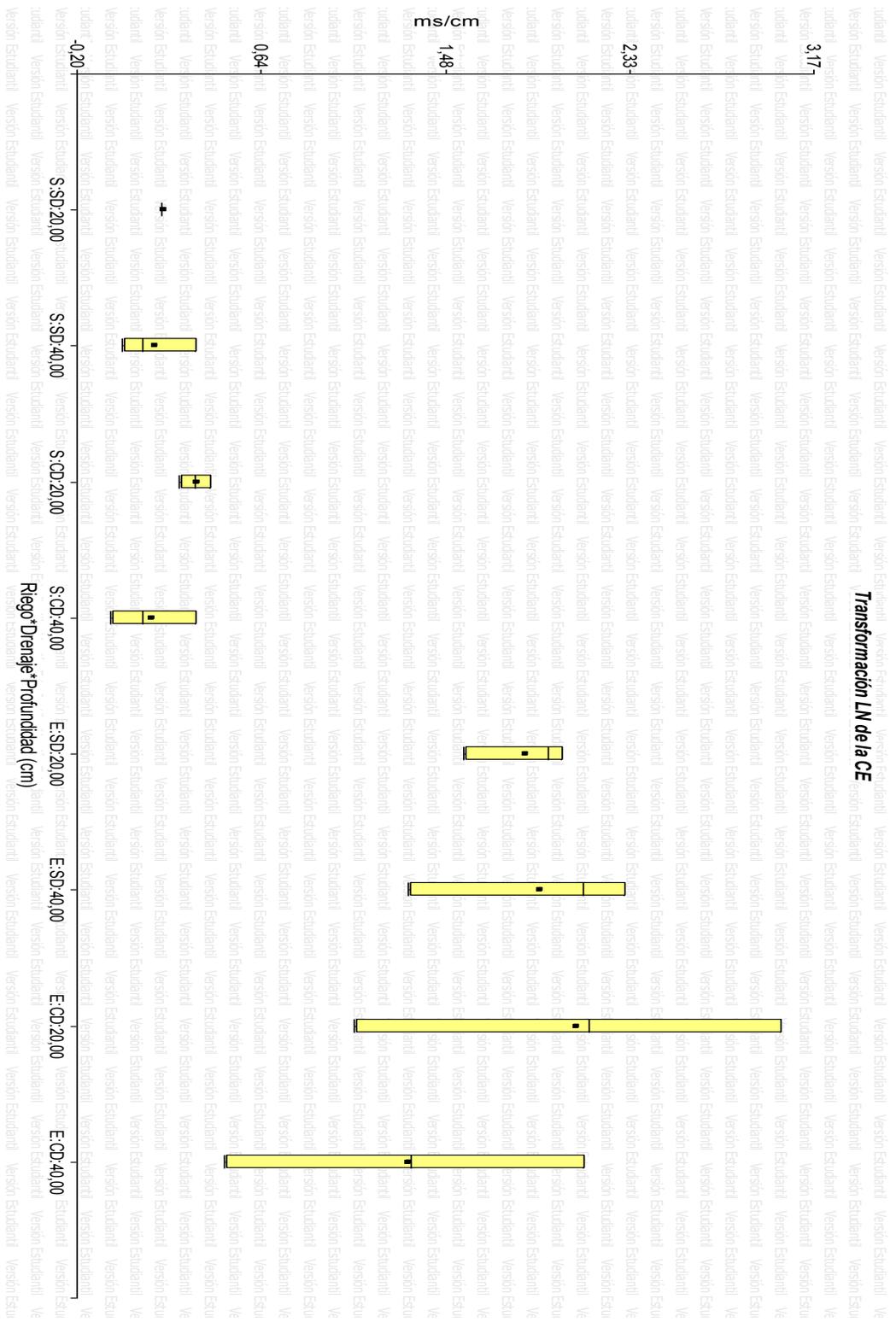
868

869 Figura 7. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas en rendimiento.



870

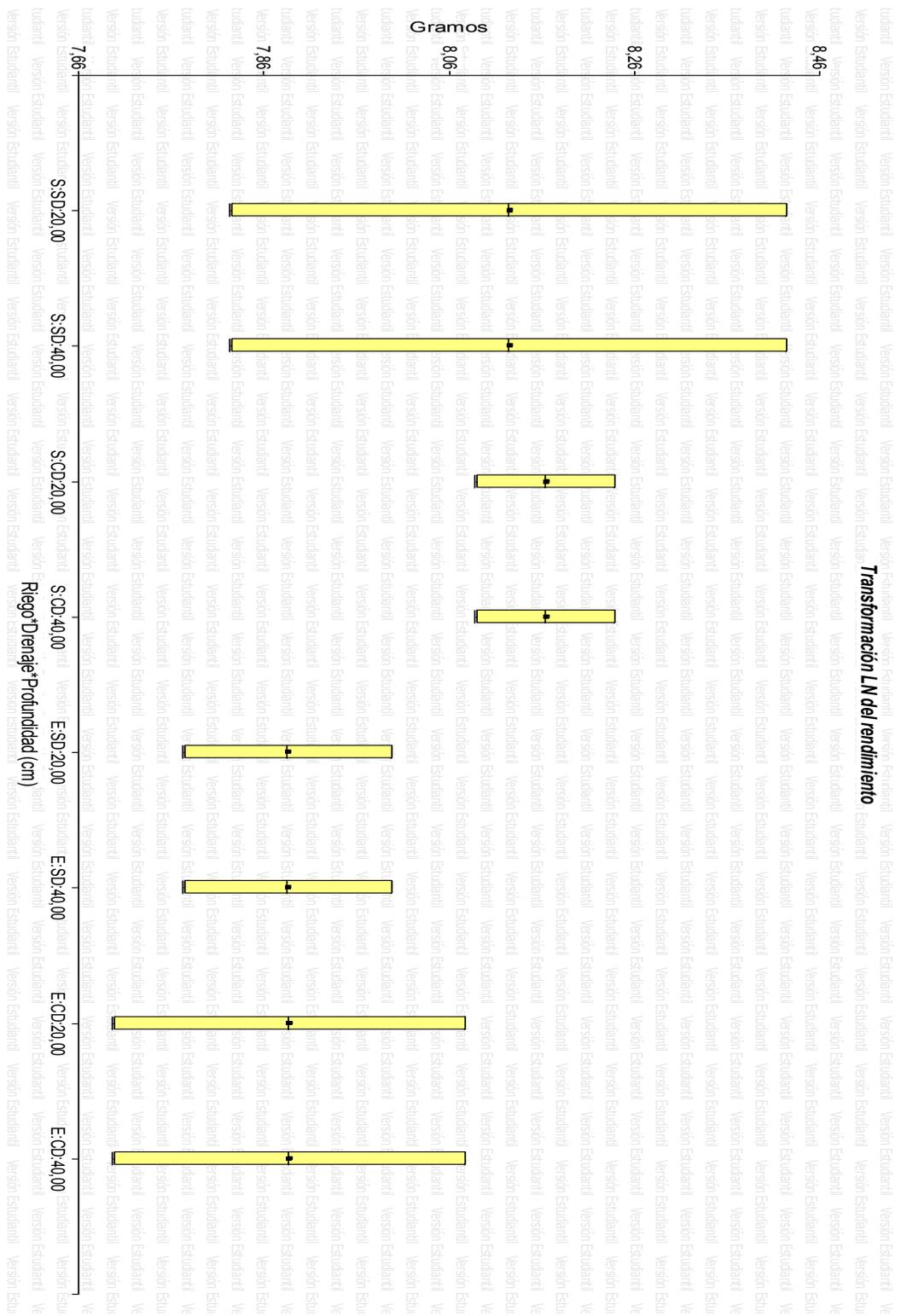
871 Figura 8. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas del LN de la [Na+].



872

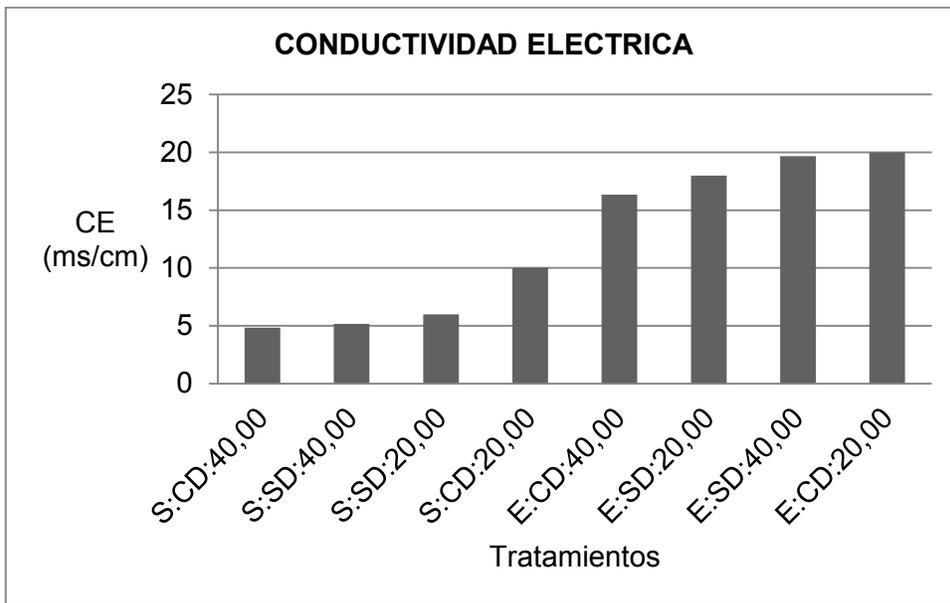
873 Figura9. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas del LN de la CE.





876

877 Figura11. Demostración gráfica de la heterogeneidad de varianzas en LN de rendimiento.



878

879 Figura 12. Representación de las distintas categorías para los tratamientos analizados por  
 880 el método no paramétrico Kruskal Wallis para CE.

881

882

883

884

885

886

887

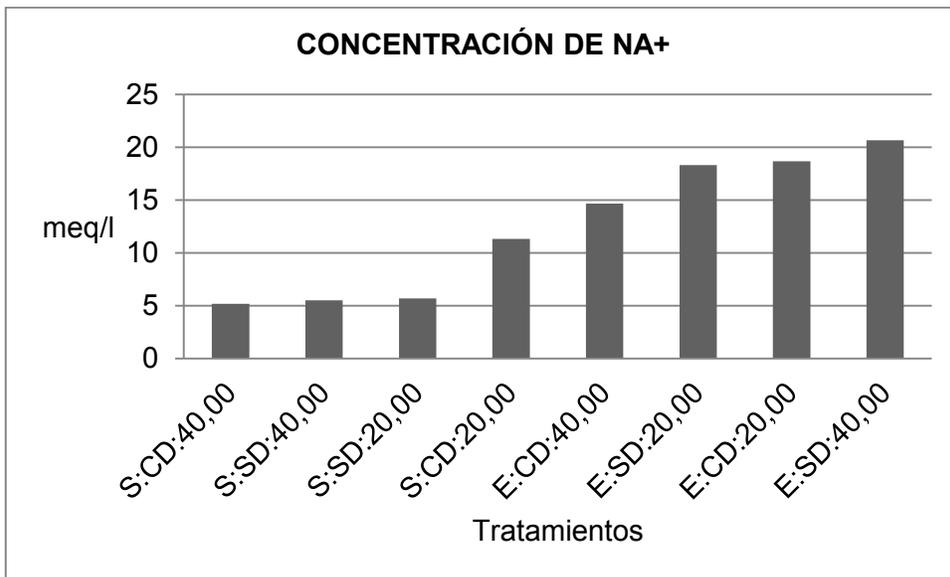
888

889

890

891

892



893

894 Figura13. . Representación de las distintas categorías para los tratamientos analizados  
 895 por el método no paramétrico Kruskal Wallis para la [Na+].

896

897

898

899

900

901

902

903

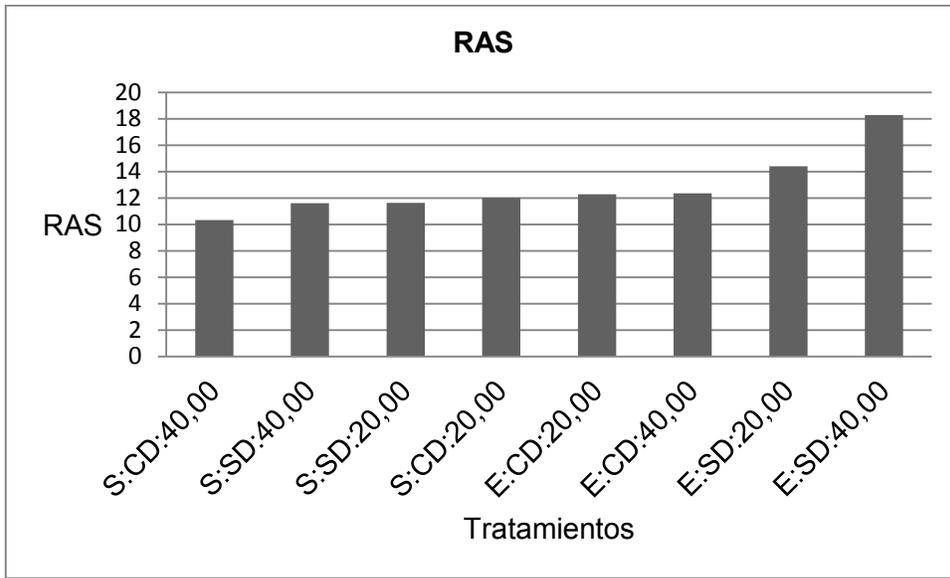
904

905

906

907

908



909

910 Figura 14. Valores medios de RAS para cada tratamiento.

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

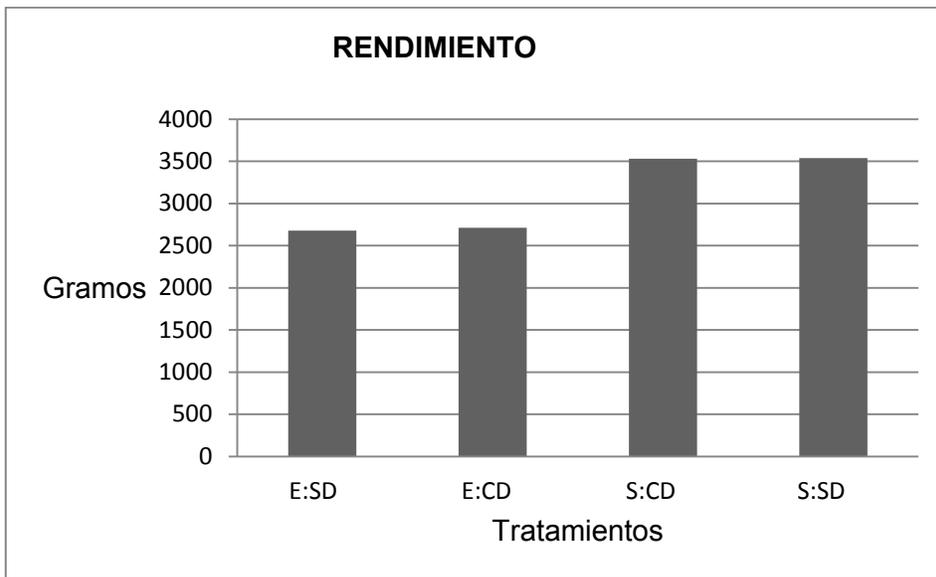
921

922

923

924

925



926

927 Figura 15. Valores medios de rendimiento para cada tratamiento.

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

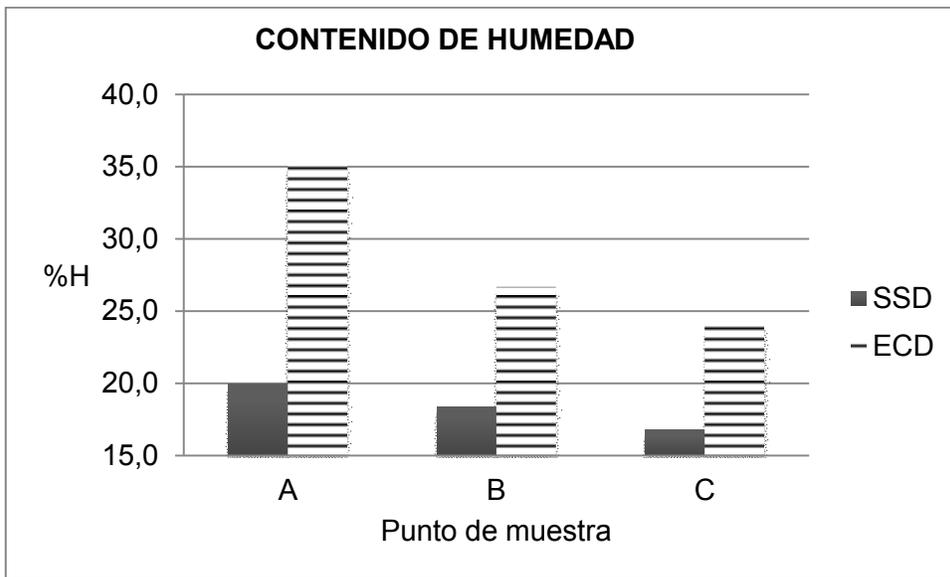
938

939

940

941

942



943

944 Figura 16. Comparación de la humedad en la capa superficial del lomo para los  
 945 tratamientos SSD y ECD.

946

947

948

949

950

951

952

953

954

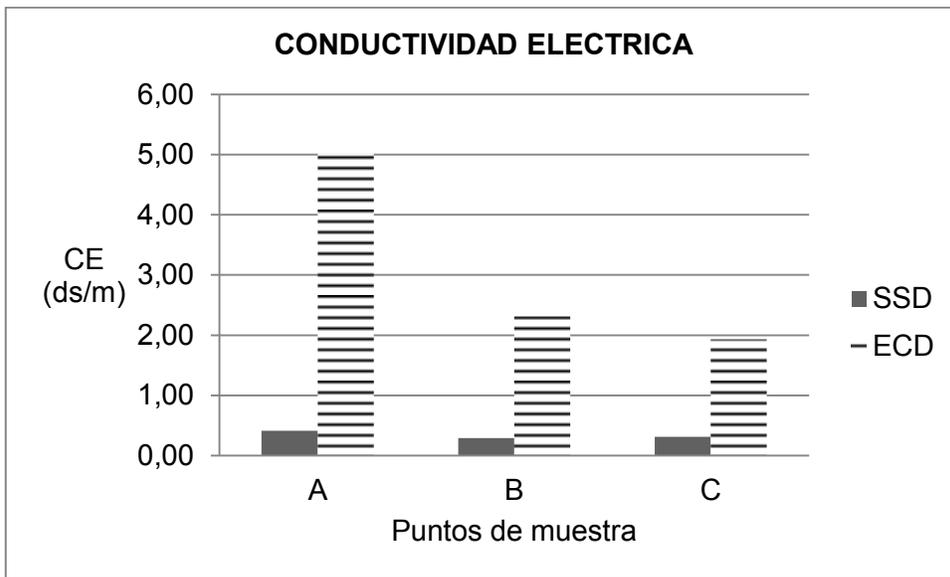
955

956

957

958

959



960

961 Figura 17. Comparación de la CE en la capa superficial del lomo para los tratamientos  
 962 SSD y ECD.

963

964

965

966

967

968

969

970

971

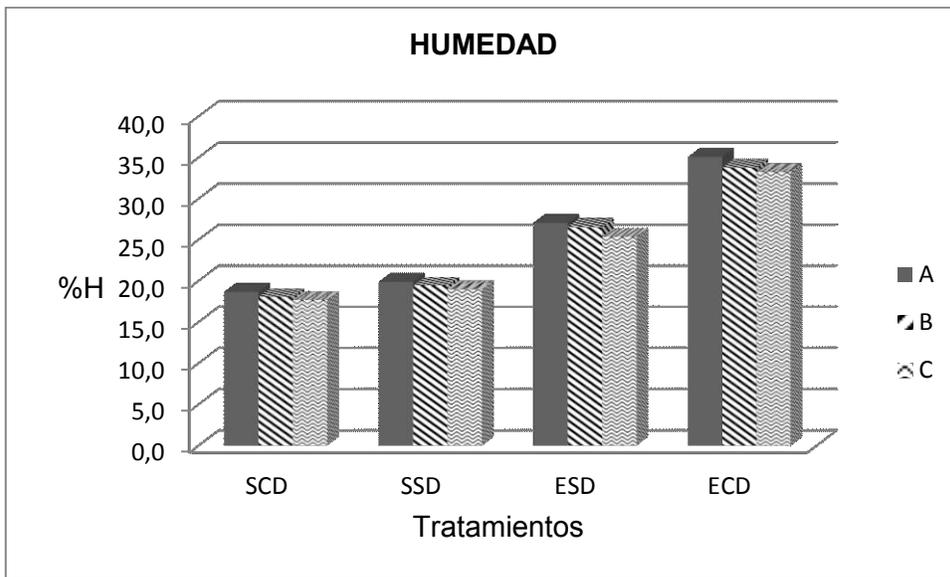
972

973

974

975

976



977

978 Figura 18. Comparación de la humedad entre tratamientos y en los tres puntos de  
 979 muestra a nivel superficial.

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991