

## CAPITULO 5

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El cultivo de cebolla se desarrolló entre los meses de abril y agosto. Durante este período la evaporación fue mayor que la precipitación, como se observa en la Figura 5.1. En el primer mes la relación precipitación/evaporación fue de 0,988, bajando en los meses posteriores, hasta llegar a 0,145 en el mes de agosto.

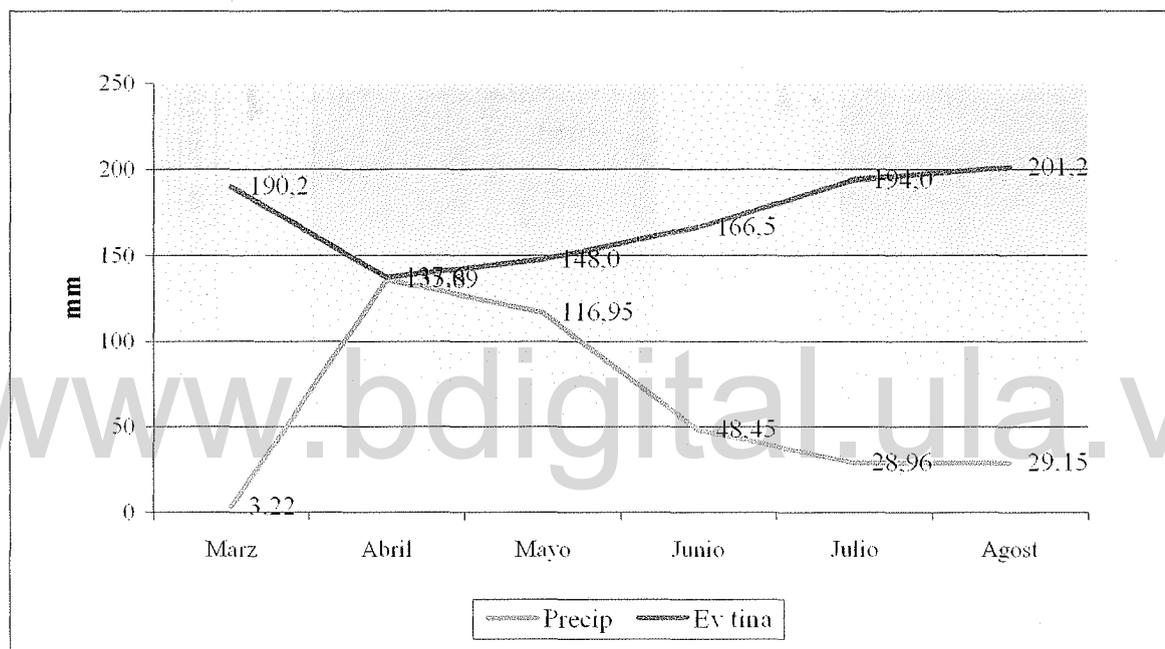


Figura 5.1. Precipitación y Evaporación mensual, en mm, durante el ciclo del cultivo.

En la Figura 5.2 (a) y (b) se presenta la información climática diaria, en el período del cultivo, referente a precipitación, evaporación de la tina y velocidad del viento y en el Apéndice A los datos correspondientes.

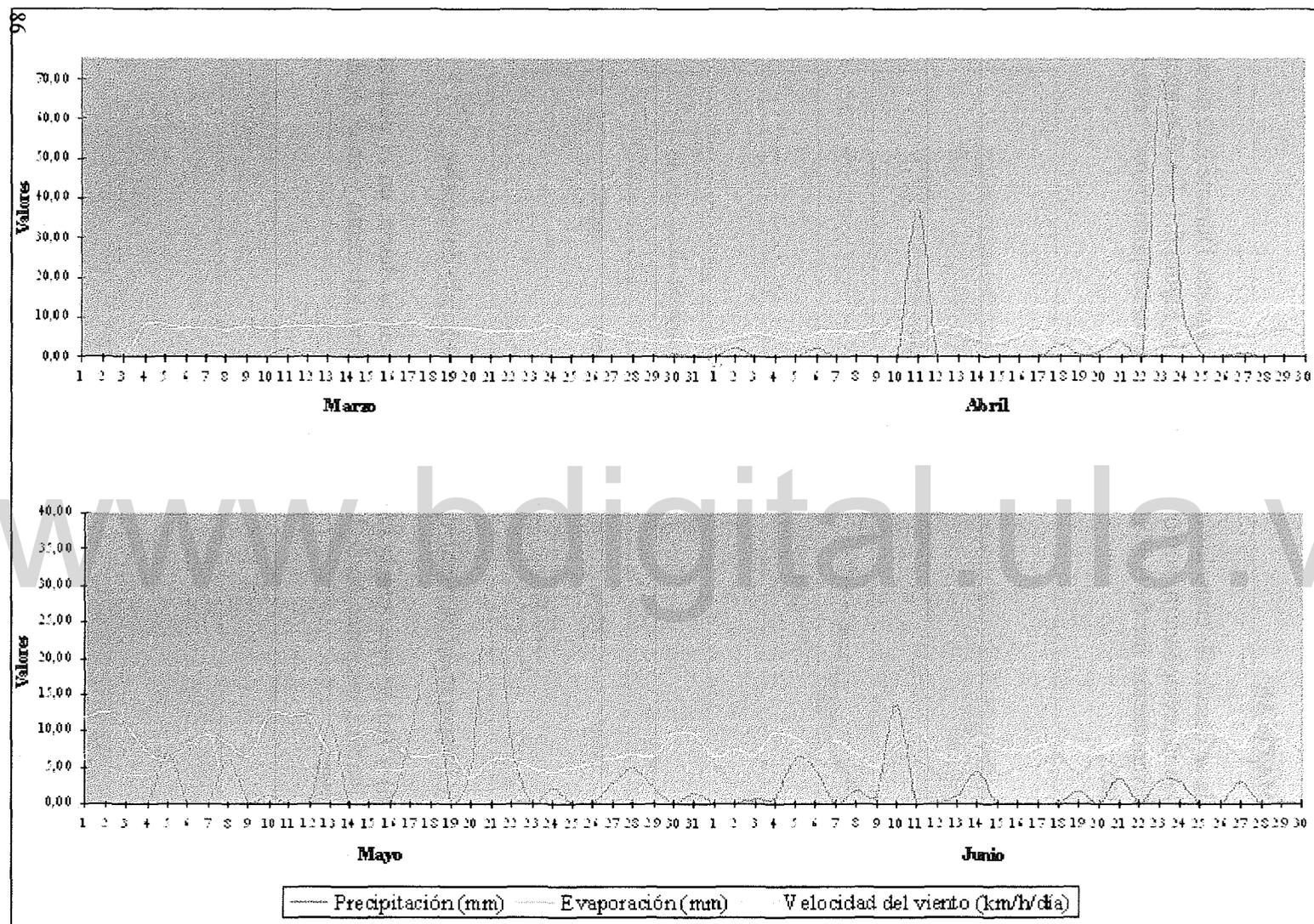


Figura 5.2 a. Valores climáticos diarios durante el ciclo del cultivo

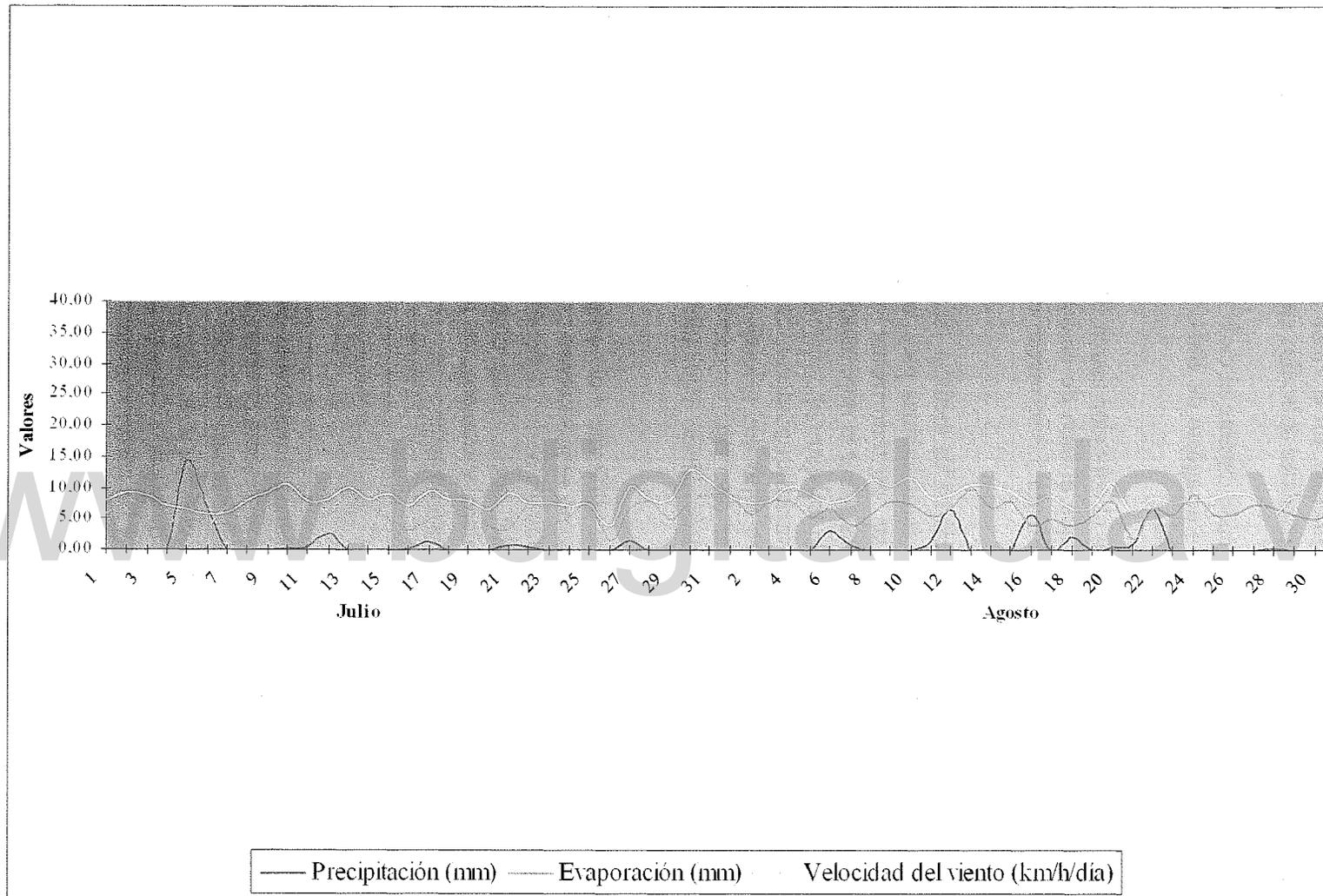


Figura 5.2 b. Valores climáticos diarios durante el ciclo del cultivo.

## 5.2 LÁMINAS Y VOLÚMENES DE RIEGO

La aplicación del riego fue diaria, determinándose su reposición de acuerdo al status de humedad en el suelo obtenida a través de tensiómetros. En la Tabla 5.1 se presentan los valores de tensiómetros, láminas, tiempos, volúmenes y caudales aplicados en los riegos diarios.

La lámina bruta promedio, por riego, aplicada durante el ciclo del cultivo fue 4,74 mm, la que fueron entregadas entre el 15 de abril y el 14 de agosto de 2004, fecha en la que se concluyó las aplicaciones a los 122 días desde el transplante.

El volumen de agua aplicado, medido con el contador marca *Woltmann*, fue 4.627,14 m<sup>3</sup>, equivalentes a 6.610,20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> considerando que el área de ensayo era de 0,7 ha; el caudal promedio por riego fue de 56,20 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. En la Figura 5.3 se muestran los caudales y volúmenes aplicados diariamente.

Las láminas de riego se calcularon en función a las medidas de potencial de humedad en el suelo optimizadas por programación no lineal; éstas láminas para los primeros 31 días, que se presentan en la Tabla 5.1, fueron calculadas posteriormente ya que en esa etapa de establecimiento del cultivo lo que se trató es de asegurar la implantación del mismo y que por su escaso sistema radicular no es práctico ni posible trabajar con tensiometría. Las láminas de riego cumplían con los requerimientos del proceso evapotranspiratorio, como se aprecia en la Figura 5.4 donde existe una gran correspondencia entre estos dos valores. También se observa en esa figura que a partir del día 79 DDT la lámina de riego es menor que las necesidades por evapotranspiración debido a que se aplicó un estrés hídrico equivalente a la llamada “seca”, con la finalidad de estimular la bulbificación.

La distribución de humedad en el suelo fue uniforme y el comportamiento de éste bajo las condiciones de aplicación de agua fue adecuado, no se produjeron escurrimientos o estos fueron muy escasos, además se logró una buena estabilidad de los agregados en superficie, lo que se evidenció en el muy escaso agrietamiento del suelo. Esto comprueba que si se maneja adecuadamente el riego, en lo referente a láminas y tiempos, es posible utilizar sistemas de aplicación más eficientes y con menores volúmenes de agua.

## 5.3 TIEMPOS DE RIEGO

Los tiempos de riego calculados para aplicar la lámina bruta diaria fueron en promedio 35 minutos. Es importante destacar que este tiempo representa el valor promedio de las aplicaciones realizadas para satisfacer los requerimientos del cultivo. Durante este trabajo se registraron importantes aportes por precipitación. Además el tiempo de riego calculado es particular para este tipo suelo y el equipo utilizado por lo tanto no puede extrapolarse para otras condiciones; en la Figura 5.5 se representan los tiempos de riego y las correspondientes láminas aplicadas.

La estrategia para iniciar el riego varió dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo, es así que en la fase de establecimiento se consideró que el suelo tuviera un contenido de humedad próximo a capacidad de campo, por lo que el potencial mátrico promedio adoptado fue de -10 kPa.

Durante la siguiente etapa de crecimiento, se adoptó la estrategia de regar cuando el potencial mátrico estuviera entre -12 y -20 kPa y en la etapa de bulbificación cuando el potencial sea aproximadamente -25 kPa. En la Figura 5.6 se muestran las lecturas diarias de los tensiómetros.

Tabla 5.1. Láminas, tiempos, volúmenes y caudales de riego.

DDT	Día	Lect Tens (cb)	Lámina bruta (mm)	Tiempo riego (min)	Vol. Riego (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )
1	15-04-04	11	7,34	64	51,40	48,19
2	16-04-04	12	7,50	100	52,49	31,49
3	17-04-04	10	7,03	120	49,19	24,59
4	18-04-04	10	4,75	60	33,25	33,25
5	19-04-04	9	0,53	11	3,69	20,12
6	20-04-04	17	5,70	35	39,93	68,45
7	21-04-04	14	4,82	60	33,76	33,76
8	22-04-04	13	0,00	0	0,00	0,00
9	23-04-04	7	0,00	0	0,00	0,00
10	24-04-04	12	2,87	18	20,11	67,05
11	25-04-04	14	8,46	50	59,19	71,03
12	26-04-04	17	5,24	49	36,70	44,94
13	27-04-04	12	3,68	27	25,73	57,19
14	28-04-04	16	7,79	56	54,52	58,41
15	29-04-04	10	7,03	37	49,18	79,75
16	30-04-04	9	6,60	45	46,22	61,63
17	01-05-04	9	6,87	50	48,12	57,74
18	02-05-04	8	6,71	50	47,00	56,40
19	03-05-04	8	4,13	28	28,89	61,91
20	04-05-04	8	6,10	40	42,67	64,00
21	05-05-04	8	4,58	33	32,04	58,25
22	06-05-04	12	5,25	33	36,72	66,76
23	07-05-04	10	5,65	36	39,54	65,90
24	08-05-04	10	0,00	0	0,00	0,00
25	09-05-04	8	0,69	8	4,83	36,24
26	10-05-04	14	5,32	35	37,24	63,84
27	11-05-04	12	4,55	29	31,82	65,83
28	12-05-04	16	2,70	17	18,89	66,67
29	13-05-04	7	1,97	13	13,82	63,79
30	14-05-04	21	5,37	37	37,56	60,91
31	15-05-04	18	3,75	26	26,26	60,60
32	16-05-04	16	3,80	17	17,92	63,23
33	17-05-04	7	0,00	0	0,00	0,00

DDT	Día	Lect Tens (cb)	Lámina bruta (mm)	Tiempo riego (min)	Vol. Riego (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )
34	18-05-04	10	0,00	11	11,84	64,59
35	19-05-04	13	2,65	14	15,79	67,68
36	20-05-04	5	0,00	0	0,00	0,00
37	21-05-04	11	0,80	13	14,67	67,69
38	22-05-04	11	0,80	12	12,73	63,67
39	23-05-04	16	3,80	15	17,00	68,01
40	24-05-04	15	3,25	14	14,84	63,59
41	25-05-04	26	7,80	46	52,08	67,93
42	26-05-04	16	3,80	23	25,40	66,25
43	27-05-04	17	4,30	34	36,65	64,68
44	28-05-04	10	0,00	0	0,00	0,00
45	29-05-04	8	0,00	12	13,94	69,68
46	30-05-04	21	6,10	25	27,24	65,39
47	31-05-04	25	7,50	53	86,58	98,02
48	01-06-04	15	3,25	57	62,07	65,34
49	02-06-04	12	1,50	47	50,64	64,64
50	03-06-04	10	0,00	47	52,57	67,11
51	04-06-04	10	0,00	60	68,58	68,58
52	05-06-04	9	0,00	30	34,71	69,42
53	06-06-04	10	0,00	30	34,27	68,53
54	07-06-04	14	2,70	40	57,20	85,81
55	08-06-04	11	0,80	20	22,67	68,02
56	09-06-04	9	0,00	0	0,00	0,00
57	10-06-04	11	0,80	30	35,52	71,05
58	11-06-04	14	2,70	40	44,19	66,29
59	12-06-04	17	4,30	40	44,34	66,51
60	13-06-04	10	0,00	16	17,67	66,27
61	14-06-04	12	1,50	53	60,31	68,28
62	15-06-04	19	5,25	63	69,02	65,74
63	16-06-04	11	0,80	53	73,73	83,46
64	17-06-04	8	0,00	53	59,44	67,29
65	18-06-04	13	2,65	49	53,81	65,89
66	19-06-04	14	2,70	30	33,01	66,01
67	20-06-04	17	4,30	57	62,15	65,43
68	21-06-04	22	6,50	21	22,63	64,65
69	22-06-04	35	10,20	25	28,00	67,19
70	23-06-04	25	7,50	22	24,12	65,78
71	24-06-04	24	7,20	30	34,36	68,72
72	25-06-04	36	10,40	72	80,82	67,35
73	26-06-04	14	2,70	47	53,80	68,67
74	27-06-04	18	4,80	16	19,34	72,52
75	28-06-04	26	7,80	47	51,82	66,15
76	29-06-04	40	13,50	87	95,62	65,95
77	30-07-04	23	8,20	53	58,71	66,46
78	01-07-04	40	13,50	64	68,35	64,08
79	02-07-04	30	10,80	70	77,04	66,04

DDT	Día	Lect Tens (cb)	Lámina bruta (mm)	Tiempo riego (min)	Vol. Riego (m <sup>3</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )
80	03-07-04	26	9,40	81	90,65	67,15
81	04-07-04	12	1,80	37	39,89	64,69
82	05-07-04	5	0,00	0	0,00	0,00
83	06-07-04	6	0,00	15	17,33	69,33
84	07-07-04	11	0,00	50	71,02	85,23
85	08-07-04	10	0,00	15	15,90	63,58
86	09-07-04	21	7,30	47	52,90	67,53
87	10-07-04	20	6,80	52	58,15	67,10
88	11-07-04	22	7,80	60	67,82	67,82
89	12-07-04	12	1,80	25	26,66	63,99
90	13-07-04	26	9,40	61	65,61	64,54
91	14-07-04	30	10,80	70	78,28	67,09
92	15-07-04	22	7,80	51	53,50	62,94
93	16-07-04	10	0,00	0	0,00	0,00
94	17-07-04	20	6,80	44	53,85	73,43
95	18-07-04	14	0,00	0	0,00	0,00
96	19-07-04	53	15,90	103	113,69	66,23
97	20-07-04	18	5,80	38	46,16	72,89
98	21-07-04	10	0,00	0	0,00	0,00
99	22-07-04	22	0,00	0	0,00	0,00
100	23-07-04	77	13,80	40	46,04	69,06
101	24-07-04	61	8,80	100	110,42	66,25
102	25-07-04	35	12,25	30	34,71	69,41
103	26-07-04	20	0,00	0	0,00	0,00
104	27-07-04	42	14,00	40	48,95	73,42
105	28-07-04	43	14,00	35	41,30	70,81
106	29-07-04	32	11,40	32	35,76	67,06
107	30-07-04	43	14,00	60	66,25	66,25
108	31-07-04	25	9,00	90	99,98	66,65
109	01-08-04	10	0,00	25	31,37	75,29
110	02-08-04	14	3,30	30	35,42	70,83
111	03-08-04	18	5,80	46	69,59	90,77
112	04-08-04	10	0,00	60	74,97	74,97
113	05-08-04	10	0,00	40	48,87	73,30
114	06-08-04	7	0,00	0	0,00	0,00
115	07-08-04	10	0,00	0	0,00	0,00
116	08-08-04	18	0,00	0	0,00	0,00
117	09-08-04	36	12,50	30	35,79	71,57
118	10-08-04	30	10,80	30	35,95	71,90
119	11-08-04	22	7,80	15	15,64	62,57
120	12-08-04	9	0,00	0	0,00	0,00
121	13-08-04	38	13,00	20	23,85	71,55
122	14-08-04	38	13,00	20	22,90	68,71

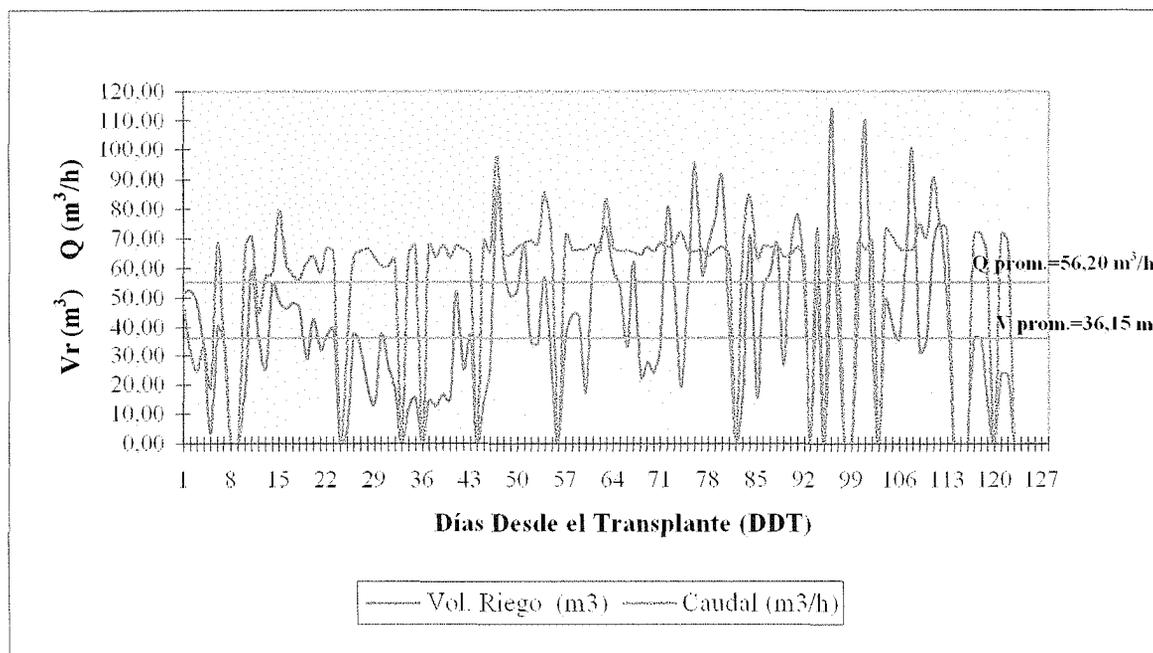


Figura 5.3. Volúmenes y caudales aplicados diariamente en el riego localizado.

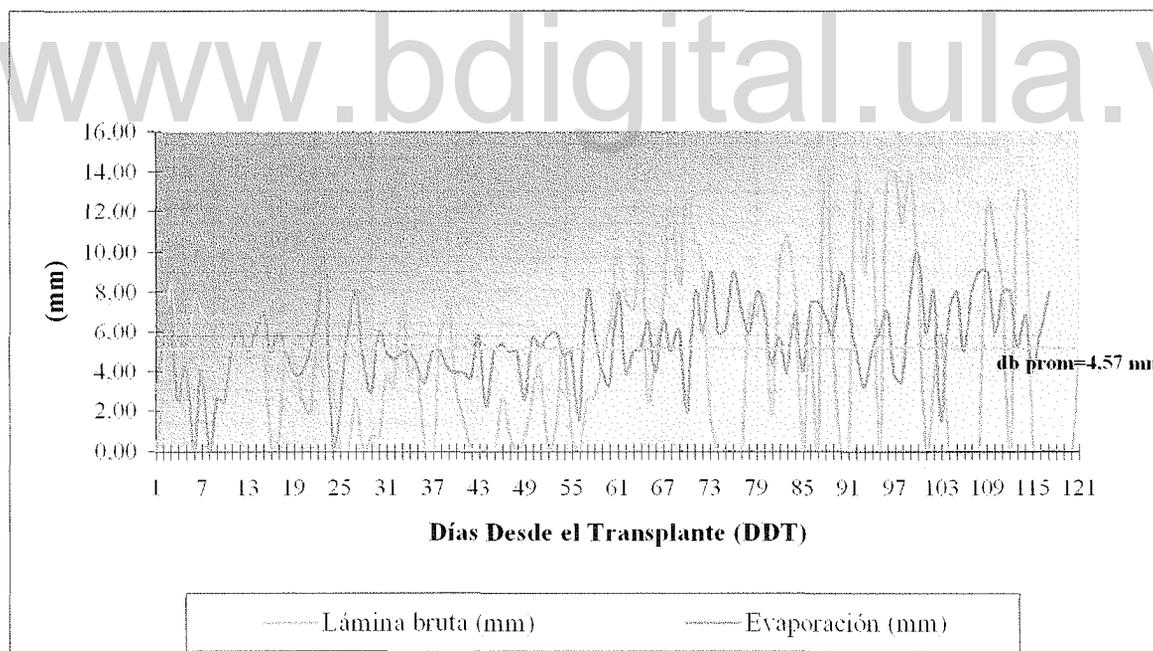


Fig.

Figura 5.4. Lámina bruta aplicada diariamente y evaporación de la tina.

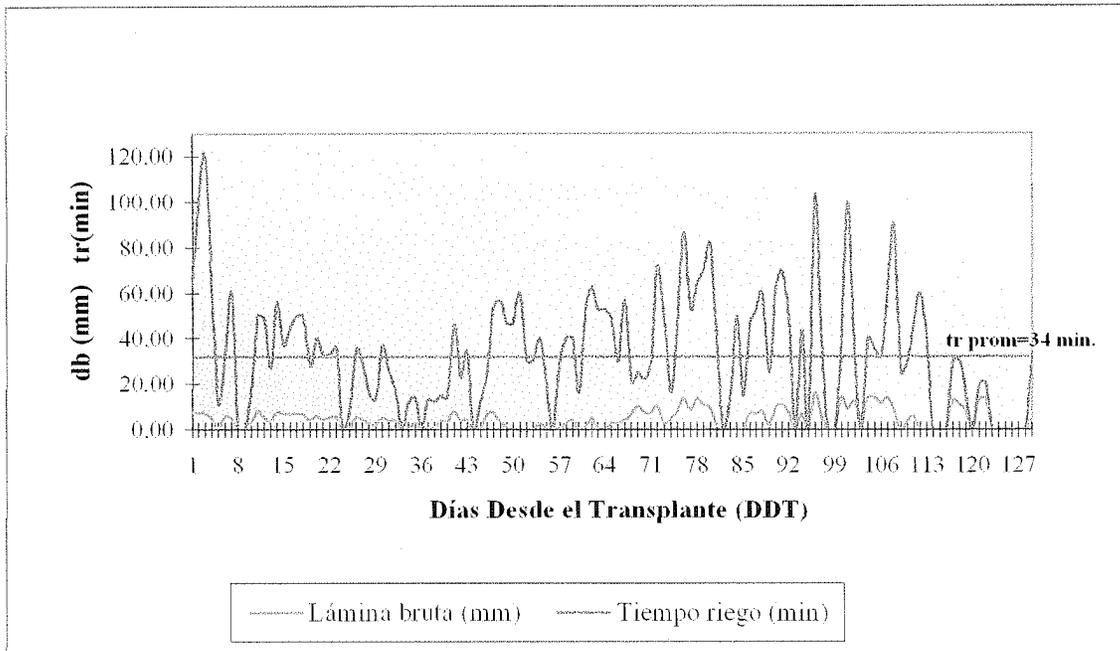


Figura 5.5. Tiempo y lámina bruta de riego.

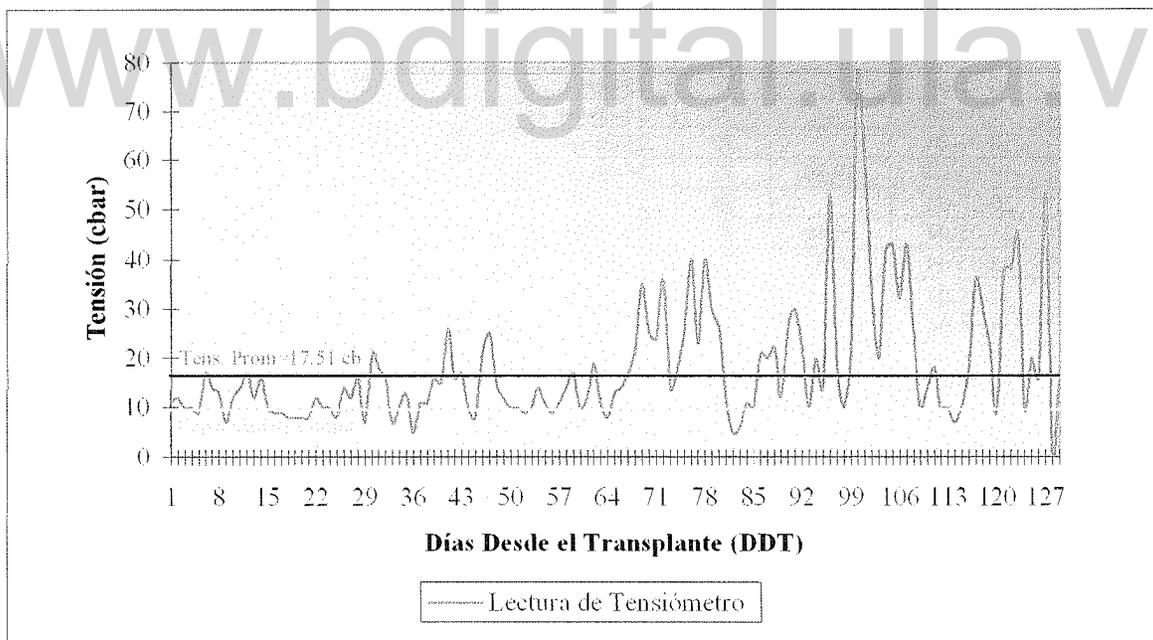


Figura 5.6. Lecturas diarias del tensiómetro.

## 5.4 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

Los contenidos de humedad gravimétrica obtenidos, antes del riego, entre los días 13 y 125 DDT, y para el estrato de suelo de 0 a 10 cm se presentan en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Contenido de humedad gravimétrico antes del riego (%).

DDT	Día	Pw (%)	DDT	Día	Pw (%)	DDT	Día	Pw (%)
13	27-04-04	33,49	51	04-06-04	-	89	12-07-04	-
14	28-04-04	30,94	52	05-06-04	-	90	13-07-04	22,70
15	29-04-04	31,31	53	06-06-04	-	91	14-07-04	25,37
16	30-04-04	-	54	07-06-04	-	92	15-07-04	27,49
17	01-05-04	34,14	55	08-06-04	31,79	93	16-07-04	-
18	02-05-04	-	56	09-06-04	28,69	94	17-07-04	-
19	03-05-04	33,35	57	10-06-04	31,12	95	18-07-04	-
20	04-05-04	31,23	58	11-06-04	29,07	96	19-07-04	23,17
21	05-05-04	33,87	59	12-06-04	25,83	97	20-07-04	26,76
22	06-05-04	32,23	60	13-06-04	28,28	98	21-07-04	-
23	07-05-04	33,14	61	14-06-04	31,72	99	22-07-04	-
24	08-05-04	-	62	15-06-04	26,31	100	23-07-04	-
25	09-05-04	34,14	63	16-06-04	-	101	24-07-04	-
26	10-05-04	33,21	64	17-06-04	-	102	25-07-04	-
27	11-05-04	28,86	65	18-06-04	-	103	26-07-04	25,20
28	12-05-04	-	66	19-06-04	-	104	27-07-04	23,61
29	13-05-04	33,68	67	20-06-04	-	105	28-07-04	24,90
30	14-05-04	29,57	68	21-06-04	-	106	29-07-04	25,44
31	15-05-04	-	69	22-06-04	-	107	30-07-04	24,19
32	16-05-04	-	70	23-06-04	-	108	31-07-04	25,68
33	17-05-04	-	71	24-06-04	-	109	01-08-04	26,30
34	18-05-04	-	72	25-06-04	24,93	110	02-08-04	26,56
35	19-05-04	29,80	73	26-06-04	-	111	03-08-04	26,52
36	20-05-04	-	74	27-06-04	-	112	04-08-04	27,88
37	21-05-04	26,46	75	28-06-04	25,78	113	05-08-04	27,35
38	22-05-04	26,57	76	29-06-04	-	114	06-08-04	31,28
39	23-05-04	31,47	77	30-06-04	-	115	07-08-04	28,10
40	24-05-04	29,30	78	01-07-04	24,67	116	08-08-04	26,78
41	25-05-04	29,88	79	02-07-04	25,41	117	09-08-04	24,06
42	26-05-04	24,52	80	03-07-04	27,10	118	10-08-04	26,09
43	27-05-04	-	81	04-07-04	26,84	119	11-08-04	23,97
44	28-05-04	-	82	05-07-04	29,10	120	12-08-04	25,30
45	29-05-04	-	83	06-07-04	28,75	121	13-08-04	24,84
46	30-05-04	26,88	84	07-07-04	25,54	122	14-08-04	23,46
47	31-05-04	-	85	08-07-04	24,66	123	15-08-04	23,00
48	01-06-04	-	86	09-07-04	23,23	124	16-08-04	24,77
49	02-06-04	-	87	10-07-04	-	125	17-08-04	23,58
50	03-06-04	-	88	11-07-04	-			

Promedio: 27,70

Desv Est: 3,28

El contenido de humedad promedio del estrato de suelo considerado, en el momento del riego, fue de 27,7%, con una desviación estándar de 3,28. Se observa que los valores de la Figura 5.7 son bastante uniformes en cada una de las diferentes etapas del cultivo.

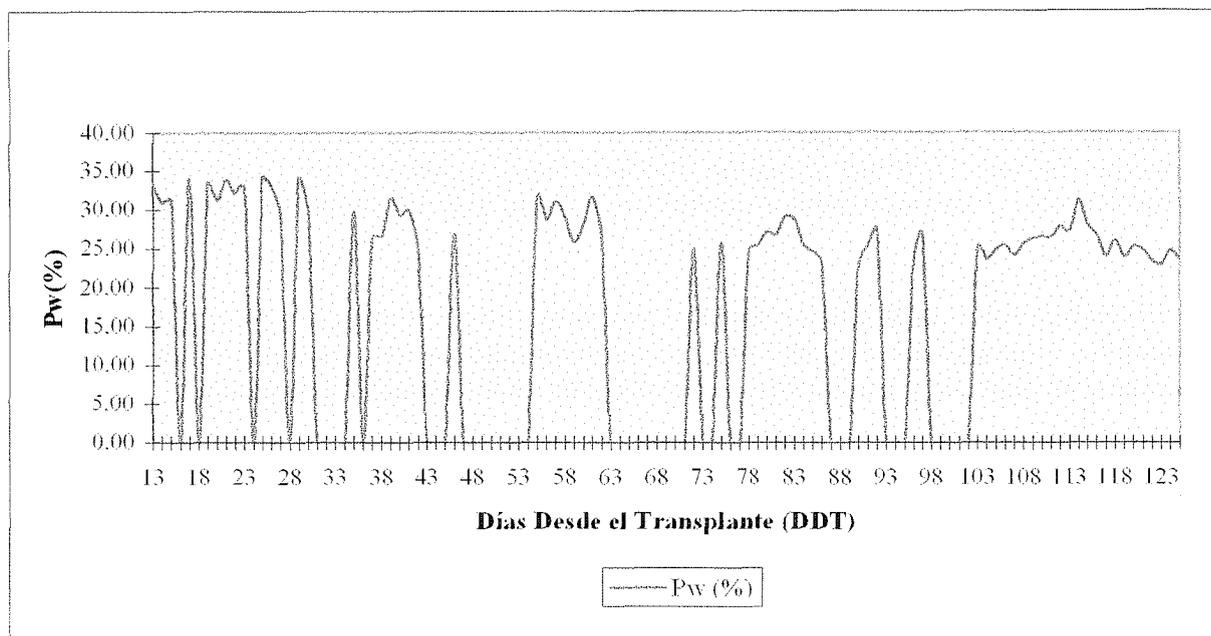


Figura 5.7. Contenido de Humedad.

## 5.5 FERTIRRIGACIÓN

En los sistemas de riego localizados de alta frecuencia, la fertilización y el riego se realizan conjuntamente, denominando a todo el proceso con el nombre de “fertirrigación”, donde los factores de producción, agua y fertilizantes deben estar equilibrados y manejados adecuadamente para obtener la máxima eficiencia.

El fertirriego es la aplicación de nutrientes cuando los fertilizantes son disueltos en el agua de riego, las raíces de la planta reciben agua y fertilizantes al mismo tiempo. Cuando se usan sistemas de riego presurizados, el fertirriego no es opcional sino que es absolutamente necesario.

Las ventajas del fertirriego son amplias entre las cuales se citan:

- Permite aplicar los fertilizantes de manera exacta y uniforme en la zona radicular;
- Las cantidades y concentraciones de nutrientes se adaptan a las necesidades nutritivas del cultivo a lo largo de todo el ciclo; existiendo una mejora en la eficiencia de la fertilización, ahorrando agua y fertilizantes;

- Incrementa la disponibilidad y absorción de nutrientes; aumentando el rendimiento y la calidad de los cultivos ,
- Reduce el lavado de nutrientes por debajo de la zona radicular y minimiza los costos de producción.

Se recomienda para el empleo de fertirrigación los abonos de alta pureza, con el fin de no incorporar sustancias nocivas o peligrosas para la planta. Además, deben ser muy solubles en el agua de riego, con el fin de reducir el riesgo de obstrucción de los emisores. Los fertilizantes comerciales se han obtenido mediante formulaciones químicas, los cuales incluyen en su composición uno o varios elementos nutritivos según se trate de abonos simples, binarios, entre otros.

El análisis foliar es la técnica analítica mediante la cual se mide el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales. Es útil para evaluar la condición de los nutrientes de un cultivo y ayuda a establecer si ha ocurrido o no una absorción adecuada de los elementos esenciales.

El análisis foliar mide el contenido nutricional del tejido estudiado en un momento particular, pero en ningún momento predice lo que ocurrirá más adelante. Para saber si el cultivo ha recibido una nutrición adecuada, se comparan los niveles presentes en el tejido foliar, con los rangos de suficiencia publicados para esa especie.

En el área de ensayo, los macro y micro elementos se estimaron mediante siete análisis foliares a los 40, 54, 69, 73, 87, y 134 días después del transplante; estos análisis fueron realizados por la Unidad de Investigación de Suelos y Nutrición Mineral de Plantas, del Departamento de Química y Suelos del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado y se ilustran en las Figuras 5.8 y 5.9.

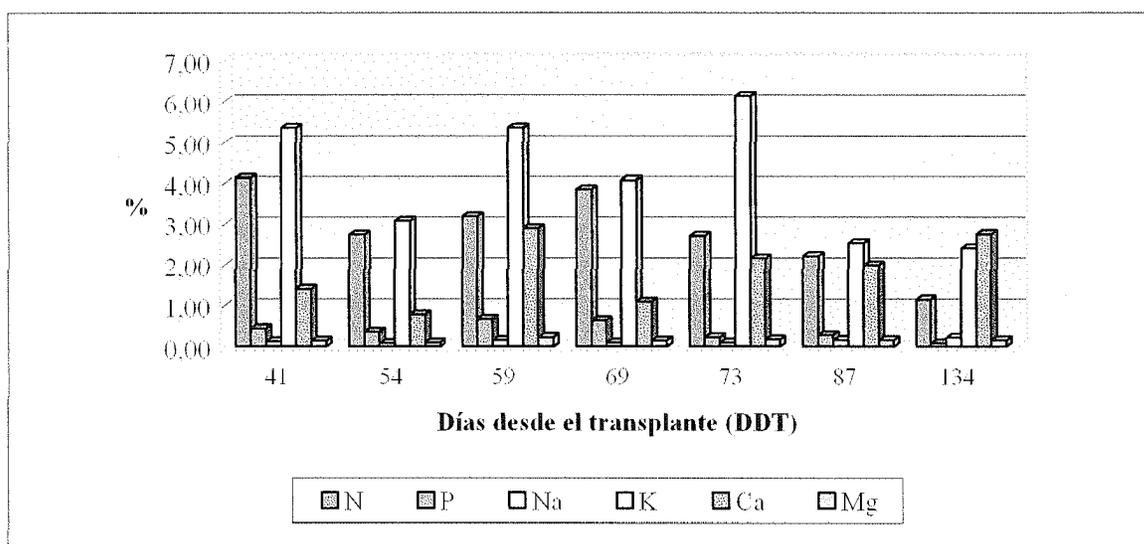


Figura 5.8. Macronutrientes absorbidos por la planta.

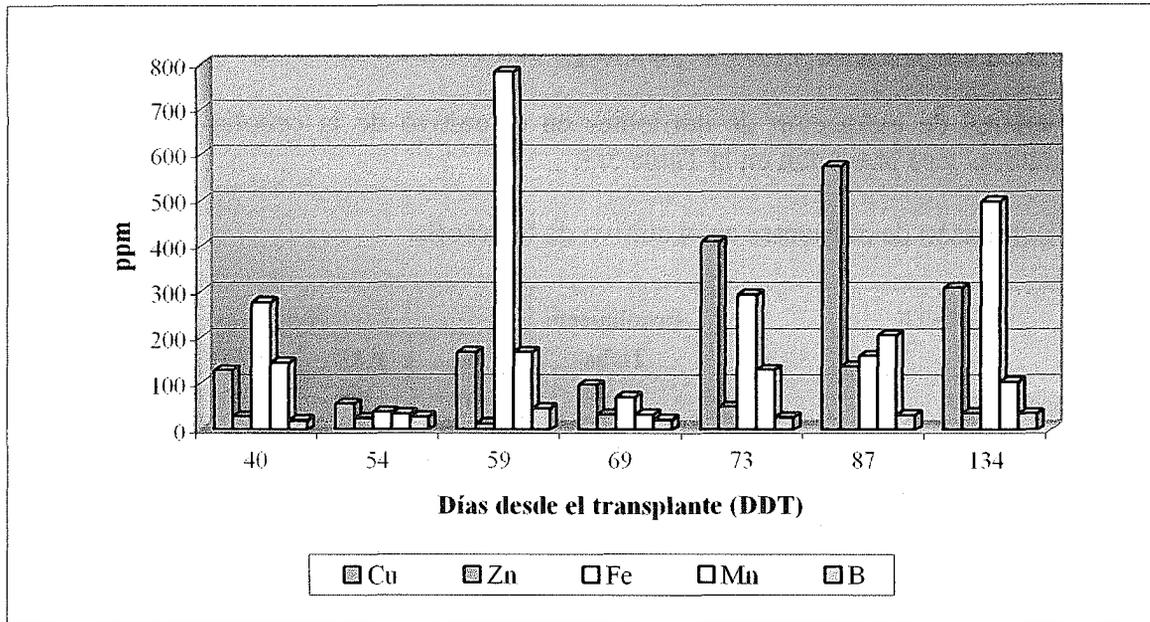


Figura 5.9. Micronutrientes absorbidos por la planta.

Solórzano (2003) considera que la concentración de nutrientes en muestreo de hojas jóvenes, realizados a medio ciclo del cultivo de la cebolla, deben ser:

N	P	K	Ca	Mg	Mn	B	Zn	Fe	Zn	Cu
.....(%).....					.....(ppm).....					
3,1	0,33	3,3	0,5	0,27	27	9	7	10	7	0,7

Figuroa y Torres 2004 citado por Solórzano (2003), estiman que los niveles de suficiencia foliar para la cebolla son los siguientes:

N	P	K	Ca	Mg	Mn	B	Zn	Fe	Cl
.....(%).....					.....(ppm).....				
2,5-3,0	0,2	3,0-4,5	0,52	0,33	16-24	10	22-32	29-50	0,25

Otros rangos considerados son los siguientes rangos óptimos, para hojas recolectadas a 1/3-1/2 del desarrollo:

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
.....(%).....					.....(ppm).....					
5-6	0,35-0,5	4-5,5	1-2	0,25-0,4	0,5-1	22-60	15-35	60-300	50-250	20-200

Los valores encontrados estuvieron en los rangos normales de acuerdo a lo que establece la literatura. Los niveles de nitrógeno estuvieron próximos a 4%, mientras que el fósforo tiene un valor promedio de 0,55%, el potasio 4,2% y el calcio 1,1%. Cabe mencionar que los

microelementos como el hierro, Fe, el cobre, Cu, y el manganeso, Mn, tuvieron un incremento importante en el análisis a los 40 DDT, para luego descender a valores más normales.

Los valores de extracción de nutrientes en el cultivo de la cebolla son reportados por diferentes autores y se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Extracción de nutrientes en el cultivo de la cebolla.

FUENTE	Rendimiento Tn/ha	Nutrientes				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Haag y Minami. 1987	37	132	22	177	16	18
Fox y Valenzuela.1992	41	102	17	86	20	10
TFI. The Fertilizer Handbook.1982	19	50	22	45	12	2
Díaz Torres, R. Cultivo de Cebolla en Venezuela. 1999	30	100-140	60-80	140-160		
Figueroa M y Martín Torres. Cebolla Bases Nutricionales de la Fertilización. 2004.	35	128	24	99	28	6,3

El programa de fertirrigación realizado diariamente se ha acumulado por semana y se presenta en la Tabla 5.4; en la Tabla 5.5 se presentan los macro y micronutrientes aplicados.

## 5.6 CARACTERIZACIÓN DE LA SALINIDAD EN EL SUELO

El predominio del tipo de sales que existen en el suelo de el Valle de Quibor son los sulfatos de calcio (CaSO<sub>4</sub>) los cuales son sales poco solubles y precipitan a pH menores de 8.5, por lo tanto se consideran menos peligrosas que las de muy alta solubilidad.

Al determinar las propiedades químicas del suelo a la profundidad de 0-15 cm se pudo apreciar los siguientes resultados:

El pH se mantuvo constante durante todo el ciclo del cultivo, presentando un valor promedio de 7.4, este se considera ligeramente alcalino característicos de los suelos salinos. Por otra parte, la CE al inicio del cultivo arrojó un valor de 6.5 dS m<sup>-1</sup>, indicando que el suelo se encontraba en un nivel moderado a alto de salinidad, establecidos los patrones de riegos los valores de CE comenzaron a disminuir, manteniéndose un promedio de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, igualmente cuando se redujo la humedad en el suelo, la salinidad se incremento a 4 dS m<sup>-1</sup>.

Tabla 5.4. Programa semanal de Fertirrigación.

Sem	DDT	Fertilizantes								Enraizadores		Abonos Foliare				
		Solub 13-40-13 (Kg)	Solub 18-18-18 (Kg)	N. Amonio P. (Kg)	N. Potasio C. (Kg)	Solupotasse (Kg)	Kumulus (Kg)	Humus 15 (l)	Sodial (l)	Nutrihumus- 90 (Kg)	Razormin (l)	Fetrlón C. (Kg)	Ecomag (l)	Stimul (l)	Ecozinc (l)	Total (l)
1	1-7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	8-14	16,48	0,00	8,40	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	15-21	29,12	0	14,7	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0
4	22-28	12,48	5,50	11,10	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	29-35	0,00	48,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
6	36-42	0,00	24,00	71,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
7	43-49	0,00	0,00	16,00	14,50	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00
8	50-56	0,00	0,00	16,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	2,00
9	57-63	0,00	0,00	34,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
10	64-70	0,00	0,00	0,00	84,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
11	71-77	0,00	0,00	0,00	56,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	78-84	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	85-91	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	92-98	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	99-105	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	106-112	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	113-119	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	120-126	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>58,08</b>	<b>77,50</b>	<b>201,70</b>	<b>338,50</b>	<b>25,00</b>	<b>2,00</b>	<b>15,00</b>	<b>25,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,60</b>	<b>2,00</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>

Tabla 5.5. Macro y microelementos aplicados.

Semana	DDT	MACRO Y MICROELEMENTOS (Kg/ha)												
		N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Mo	Fe	S	B
1	1-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8-14	2,11	2,84	6,59	2,14	0	0,1288	0,003296	0,004944	0	0,001648	0,00824	0	0,001648
3	15-21	3,71	5,00	11,65	3,79	0	0,2912	0,005824	0,008736	0	0,002912	0,01456	0	0,002912
4	22-28	2,94	3,39	5,98	2,61	0	0,1798	0,003541	0,004789	0,00275	0,001303	0,00899	0,055	0,001798
5	29-35	9,81	8,88	8,64	8,64	0	0,48	0,00912	0,00912	0,024	0,00048	0,024	0,48	0,0048
6	36-42	14,34	13,93	4,32	4,32	0	0,24	0,00456	0,00456	0,012	0,00024	0,012	0,24	0,0024
7	43-49	4,56	2,69	0	6,67	1,05	0	0	0	0	0	0	0	0
8	50-56	3,71	2,69	0	3,68	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	57-63	12,18	5,71	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	64-70	10,92	0	0	38,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	71-77	7,28	0	0	25,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	78-84	3,64	0	0	12,88	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0
13	85-91	7,80	0	0	27,6	0,35	0	0	0	0	0	0	0	0
14	92-98	1,56	0	0	5,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	99-105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	106-112	0	0	0	12,5	0	0	0	0	0	0	0	4,5	0
17	113-119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		<b>84,56</b>	<b>45,13</b>	<b>37,18</b>	<b>177,8</b>	<b>1,75</b>	<b>1,32</b>	<b>0,026</b>	<b>0,032</b>	<b>0,039</b>	<b>0,007</b>	<b>0,068</b>	<b>0,78</b>	<b>0,014</b>

Otra característica evaluada fue la toxicidad del sodio, la cual se midió a través del RAS. El resultado promedio de la evaluación fue de 0,97, durante el ciclo del cultivo no se registraron mayores fluctuaciones. Al hacer una comparación entre el RAS y el valor obtenido en dicha evaluación se deduce que no existen problemas de toxicidad por el sodio. Los resultados descritos anteriormente pueden observarse en la Figura 5.10.

En la misma Figura se puede observar que la CIC al principio del ciclo fue mayor de 20 me l<sup>-1</sup>, considerado un valor alto, lo que significa la alta interacción del suelo con la solución del suelo. A medida que transcurrió el ciclo del cultivo el CIC fue disminuyendo, posiblemente por la absorción de las plantas o por el lavado de las lluvias. Es de acotar que siempre hubo una mayor CIC en la profundidad de 0-15 cm que en las de 15-30 cm.

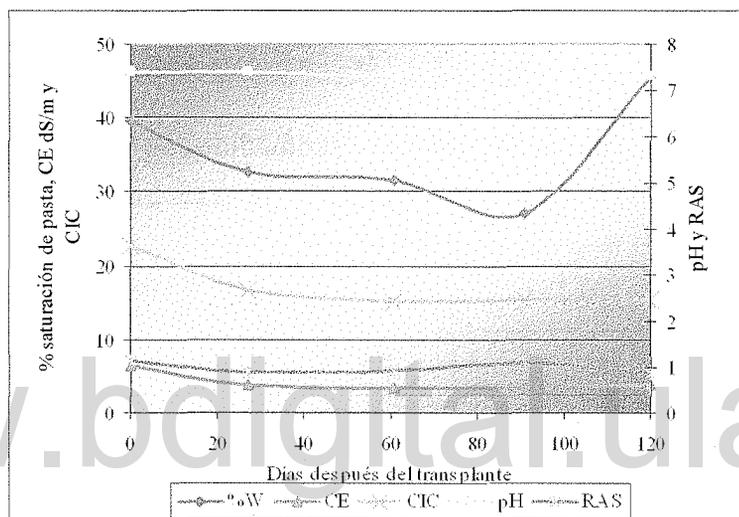


Figura 5.10. Propiedades químicas del suelo determinadas en extracto de pasta saturada en muestra compuesta en el área en estudio.

En los análisis de suelo se detallan las concentraciones de los iones en los diferentes estadios del cultivo como se muestra en la Figura 5.11 (a) y (b), observándose que los iones calcio y sulfato tienden a reducir su concentración a medida que se desarrolla el cultivo. Sin embargo, al final del ciclo se puede observar un incremento de estos iones, esto se debe posiblemente a que para este periodo se había reducido el agua de riego, incrementándose la concentración de los iones presentes en el suelo. Con respecto a los otros iones, mantuvieron un comportamiento similar durante todo el ciclo, solamente el potasio tuvo un incremento entre los 20 a 60 días después del transplante, posiblemente debido a la aplicación de la fertilización.

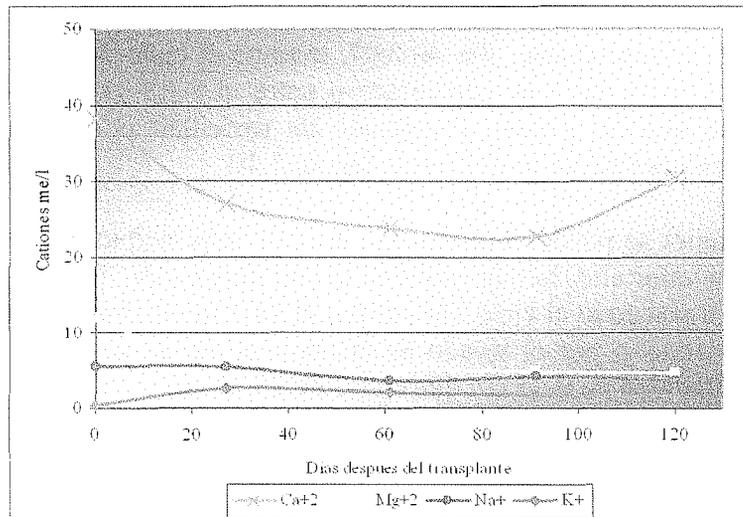


Figura 5.11. (a) Comportamiento de los cationes a profundidad de 0-15 cm en las distintas etapas del cultivo.

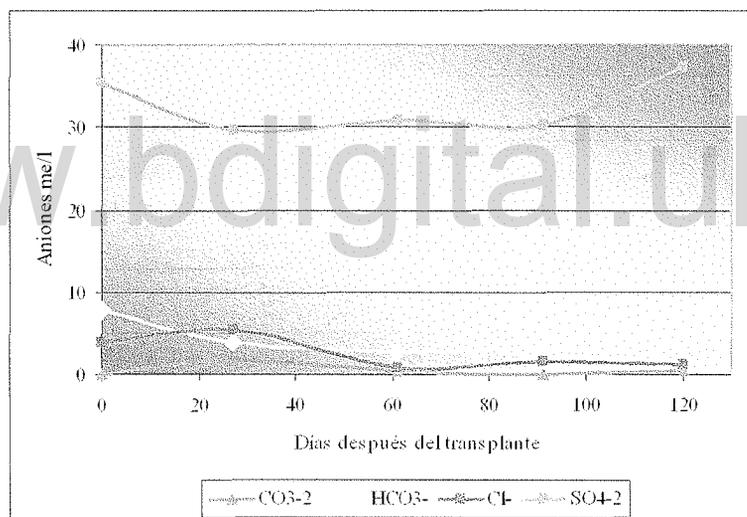


Figura 5.11. (b) Comportamiento de los aniones a la profundidad de 0-15 cm en los distintos ciclos del cultivo.

## 5.7 DINÁMICA DE SALES

Las sales se ubican en dos categorías, aquella que son fácilmente captadas por las raíces de las plantas y las otras que son excluidas por las raíces. Ambos tipos de sales podrían ser altamente móviles o relativamente inmóviles en el suelo. Sus movilidades afectan la forma como ellas se hacen disponibles en la zona radicular, por ejemplo si un soluto no es móvil y no es

fácilmente captado por las raíces, entonces este soluto elevaría su concentración en el suelo si se sigue aplicando riego o fertilización.

La captación de solutos por las plantas, en la zona radicular de más actividad, suma elementos de complejidad en las evaluaciones del dinamismo de las sales. Por lo tanto los análisis y mediciones de los movimientos y distribución de los solutos son más complejos debido a lo incierto de la distribución radicular y su funcionalidad dentro de la rizósfera. Además las raíces de las plantas son selectivas a los solutos presentes en el suelo. De esta manera se afecta la concentración, movimiento y distribución de éstos dentro del área radicular. La forma de captación de las sales y el agua, por las raíces, son altamente dinámica, mientras que la distribución de las raíces en el perfil del suelo, el contenido hídrico, su disponibilidad y la aireación del suelo estén en constante estado de cambio. Bajo condiciones ideales, cualquier intento de medir la captación del agua por las raíces debería considerar en detalle no solo estos parámetros dinámicos, sino también su interacción.

La captación de agua por las raíces de la planta, en condiciones salinas, induce a un incremento adicional del potencial osmótico y pueden elevarse los niveles de toxicidad, por lo que las raíces estarían expuestas a diferentes potenciales, osmóticos y mátricos, de los que se presentan en el suelo durante el periodo de reducción hídrica o suelos no saturados. Para poder mejorar el entendimiento de los procesos de suplencia del agua a los cultivos en condiciones salinas es importante cuantificar los efectos producidos al reducir la presión osmótica y mátrica del potencial hídrico en el suelo alrededor de las raíces, Schleiff1 (1986).

El buen entendimiento de la dinámica de los solutos en la zona radicular del cultivo ayudaría a mejorar los programas de fertirrigación para un manejo adecuado del riego por goteo. Dicho manejo puede reducir el lavado de sales y por lo tanto optimizar la captación de nutriente por las plantas, mejorando la capacidad de controlar la aplicación de agua salina en la etapa de mayor sensibilidad de los cultivos. Además, esto ofrece la oportunidad de reusar aguas de baja calidad en cantidades considerables para otros usos o usuarios.

### **5.7.1 Evaluación de la salinidad antes y después de la aplicación del agua en riego por goteo**

La Figura 5.12 (a) y (b) muestran la conductividad eléctrica medida en el perfil del suelo dos horas antes y dos horas después del riego respectivamente. En este se aprecian valores de conductividad eléctrica aproximadamente iguales a lo largo del perfil en ambas etapas; sin embargo, cuando la evaluación se realizó a las 24 horas después del riego, con 0 mm de aplicación de lámina, la conductividad eléctrica comenzó a incrementarse, debido a los niveles bajos de humedad existentes al momento de la evaluación, aunado a la capilaridad del suelo que se presentaba en la noche; como se muestra en la misma Figura 5.12 (c).

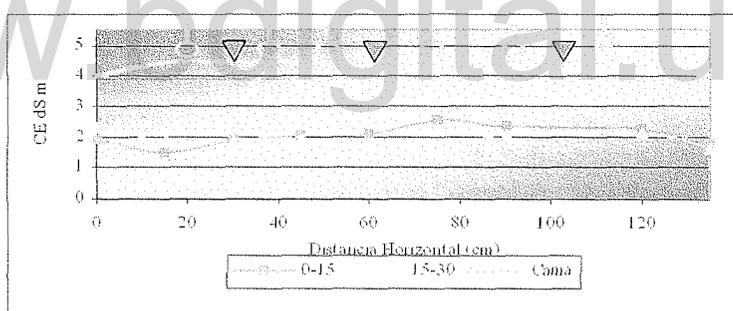
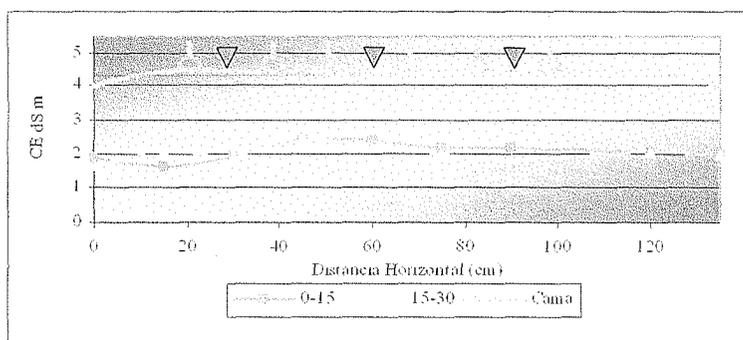
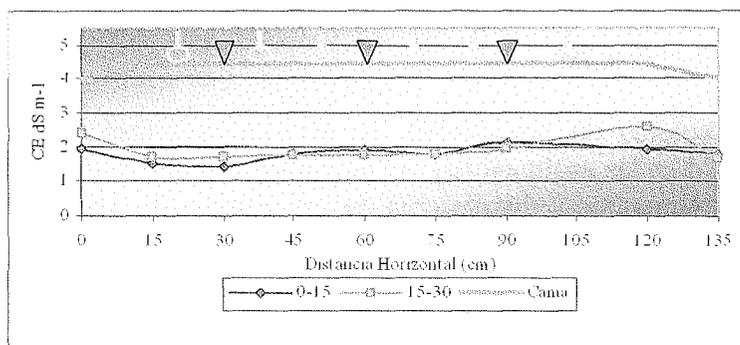


Figura 5.12. (a) (b) y (c) Distribución de las sales en el perfil del suelo, dos horas antes del riego, dos horas después del riego y 24 horas de haberse aplicado el riego.

En la Figura 5.13 (a), (b) y (c) se puede observar la humedad contenida en el suelo en porcentaje, peso/peso de la evaluación antes descrita. Por consiguiente, la humedad en el perfil es más uniforme antes y después de la aplicación de la lámina de agua. Sin embargo, al detenerse la aplicación de riego, por motivo de la evaluación, las concentraciones de sales comenzaron a incrementarse a medida que la humedad se agotaba en el suelo. La textura pesada del suelo permite un movimiento sumamente lento del agua en el suelo saturado, por esta razón las sales en éste se mantienen en la periferia del bulbo húmedo.

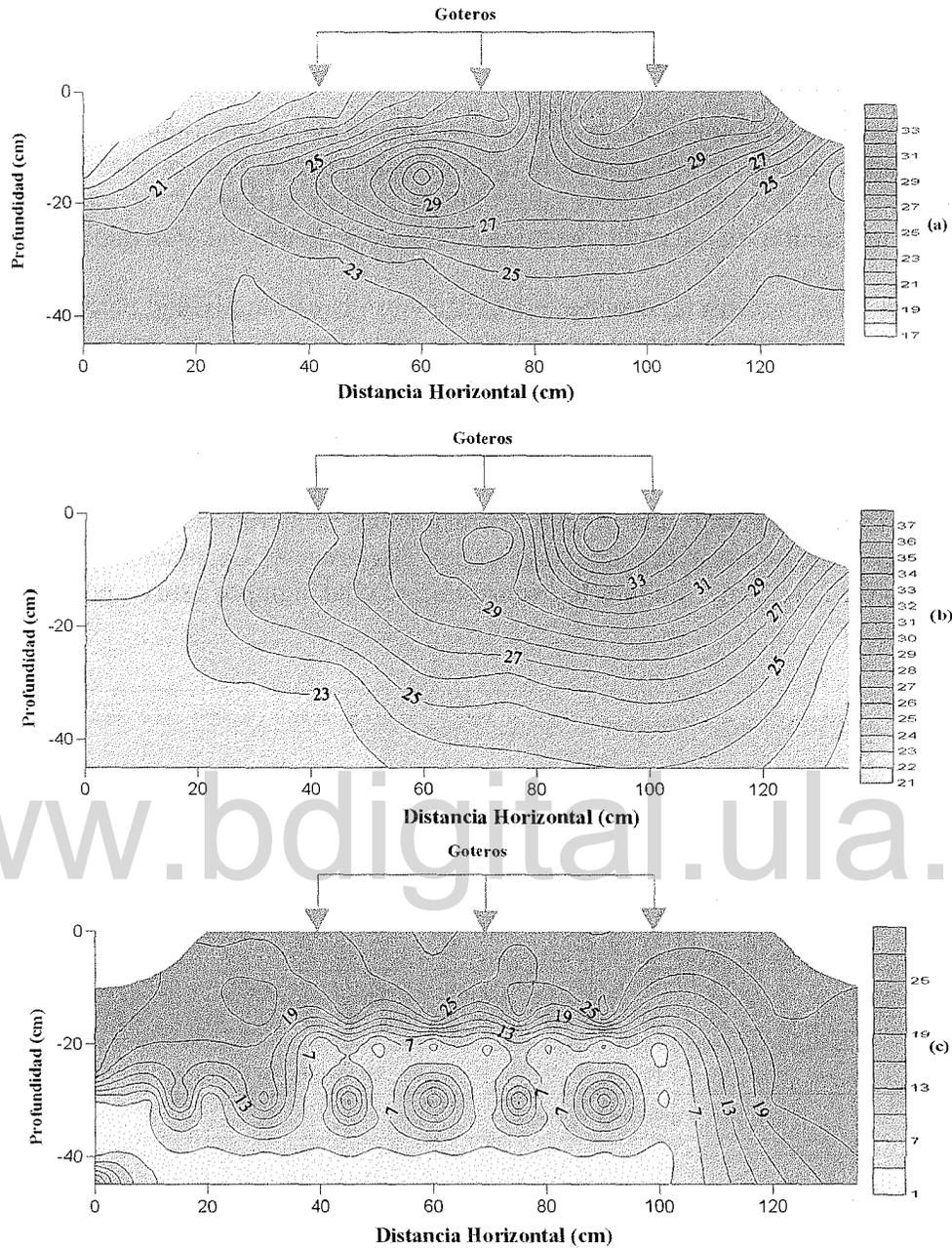


Figura 5.13 (a) (b) y (c) Contenidos de humedad gravimétrico dos horas antes del riego, dos horas después del riego y 24 horas de haberse aplicado el riego.

### 5.7.2 Evaluación periódica para observar la dinámica de sales en las etapas de crecimiento, desarrollo y maduración del cultivo

Los agentes que afectan la dinámica de los solutos en la zona radicular son: Los métodos de riego y la fertirrigación, la aplicación de agua de baja calidad y los niveles sales existentes en la solución del suelo. Por otra parte las raíces de las plantas a través de su captación de agua y solutos juegan un rol dominante en la dinámica de las sales dentro del área radicular.

La Figura 5.14, muestra la relación que existe entre la conductividad eléctrica y cantidad de fertilizante en  $\text{mg l}^{-1}$ , medido en el gotero de la cinta central de la cama de siembra, en el Apéndice C se muestran los otros puntos muestreados sobre la cama. La aplicación de fertilizantes se vio afectada por las precipitaciones, por este motivo no se observa una continuidad en las barras; sin embargo, la salinidad se continuó midiendo en esos periodos.

Los fertilizantes tuvieron una poca influencia sobre el incremento de la salinidad. Esto se debe a las bajas dosis de estos productos aplicados diariamente. La salinidad se mantuvo en un valor promedio de  $2,9 \text{ dS m}^{-1}$  durante la evaluación, el cual siempre estuvo por debajo del valor inicial de  $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ .

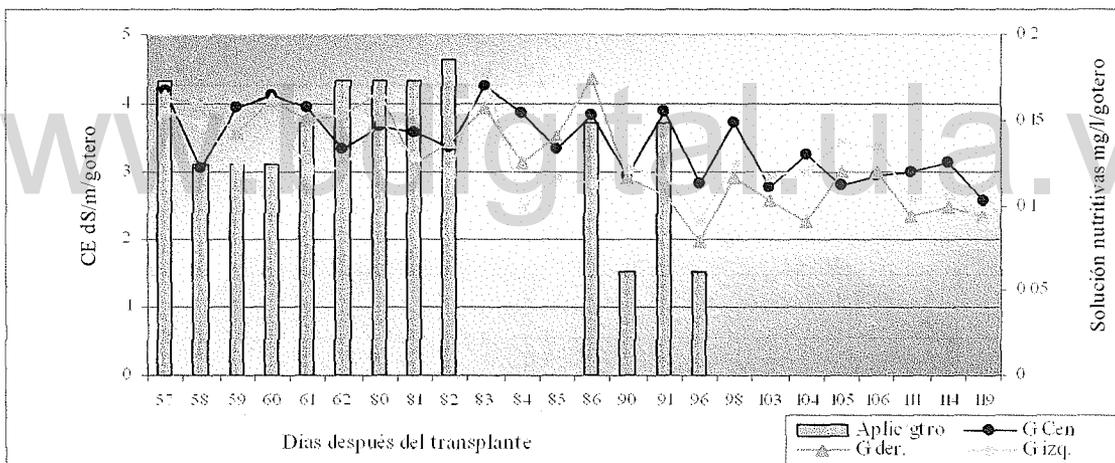


Figura 5.14 Evaluación de la influencia de la fertilización en relación con la salinidad, por gotero.

### 5.7.3 Determinación de la salinidad por tratamiento

La conductividad eléctrica medida en campo fue extrapolada a conductividad en extracto de pasta saturada, para ello se usaron las ecuaciones de calibración del equipo de sonda electromagnética. Esto se realizó de manera consciente, basado en la experiencia de van Hoorn (1980), el cual calibró varios equipos de medición de CE en campo en solución 1:2. En cuanto a esto, él expresa que la extrapolación de la CE medida bajo la metodología 1:2 puede ser

extrapolada a extracto de pasta saturada multiplicando por un factor (entre 4 y 5) que depende de la estructura del suelo; para este caso al obtenerse dos ecuaciones para las dos metodologías mencionadas, por regresión lineal, se pudo transformar con mejor precisión.

A partir de los datos de CE medidos en campo, se elaboraron las Figuras 5.15, 5.16 y 5.17, en las que se puede observar la distribución de la salinidad por tratamiento a lo largo de la evolución del cultivo. Como se puede ver, los valores de la CE no presentaron variabilidad entre los distintos tratamiento. La CE se mantuvo en el rango de valores entre 2 y 4  $\text{dS m}^{-1}$ .

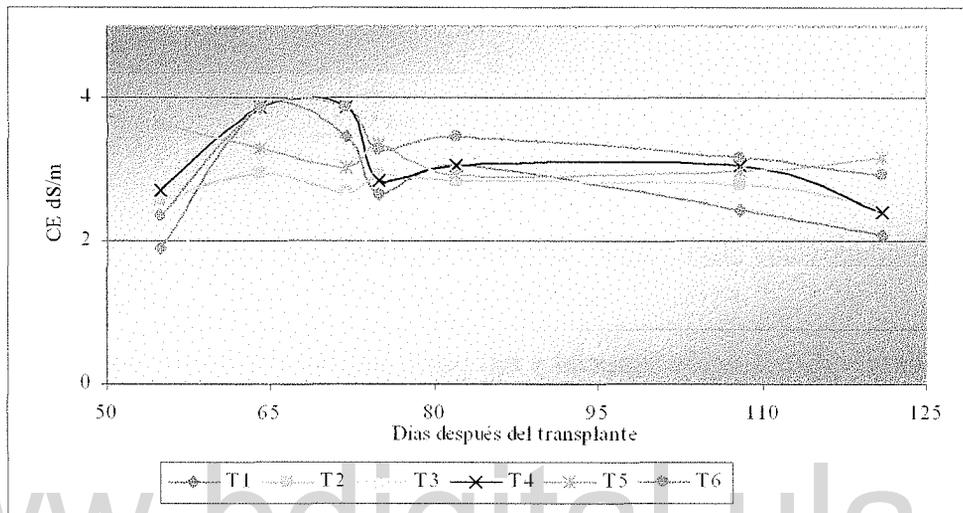


Figura 5.15. Conductividad eléctrica por tratamiento (0-5) cm.

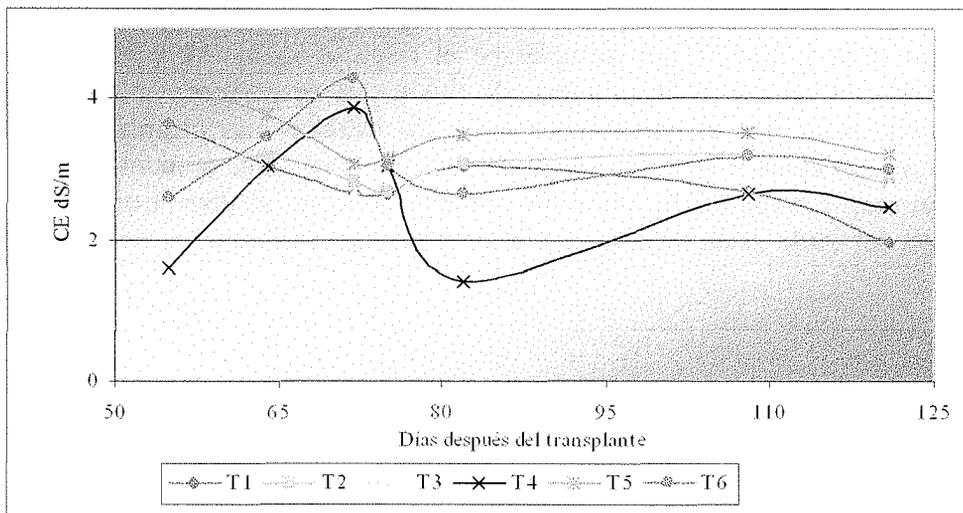


Figura 5.16. Conductividad eléctrica por tratamiento (5-10) cm.

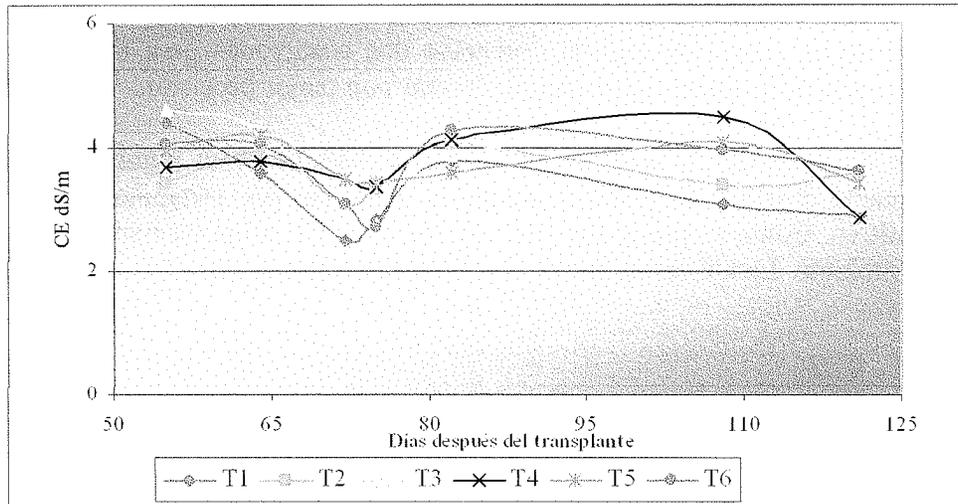


Figura 5.17. Conductividad eléctrica por tratamiento (10-15) cm.

#### 5.7.4 Movimiento y distribución espacial y temporal de las sales en riego por goteo.

Una característica dominante de los suelos (Jaramillo 2002), es su heterogeneidad, aún en pequeñas áreas que podrían considerarse como homogéneas. Esta heterogeneidad induce a una variabilidad en las propiedades del suelo, convirtiéndose en una condición inherente del suelo, esto se debe a que en la formación del suelo intervienen diferentes procesos (climáticos, antrópico, entre otros).

Con respecto a lo dicho anteriormente, en las Figuras 5.18 y 5.19 se muestra la distribución espacial de las sales a medida que se aplicaba el riego al suelo, 28 y 121 días después del transplante; tomando en cuenta los eventos de lluvia que se presentaron durante el ciclo del cultivo, se puede notar que el movimiento fue a los estratos más profundos, además de una distribución homogénea en toda el área de la parcela. Por otro lado, se muestra los puntos donde se encontraron mayores valores de salinidad que posiblemente se deba a una condición de mal drenaje interno del suelo o de nivelación del terreno, esta información se complementa en el Apéndice D.

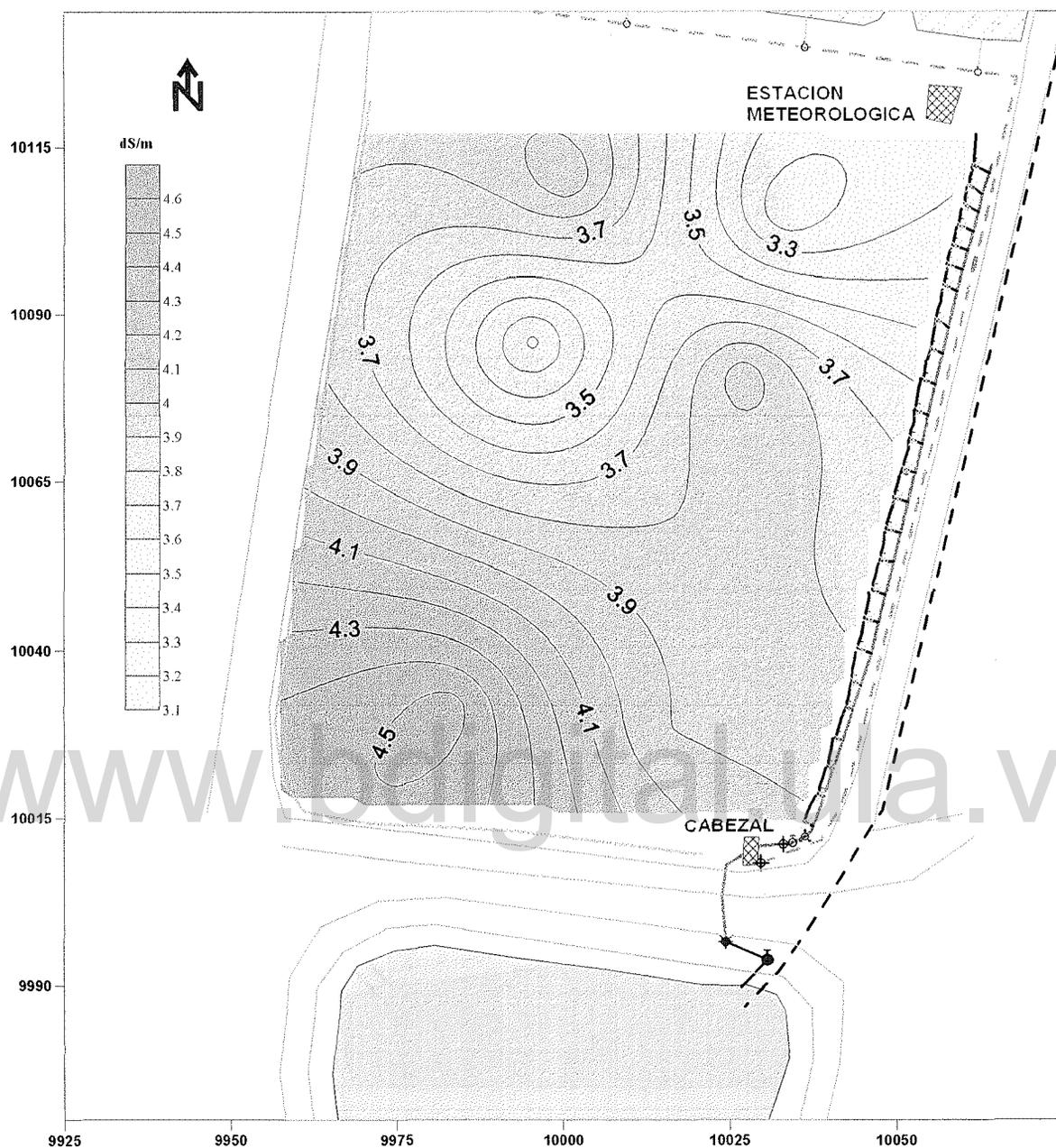


Figura 5.18. Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm a los 28 DDT (12/05/2004)

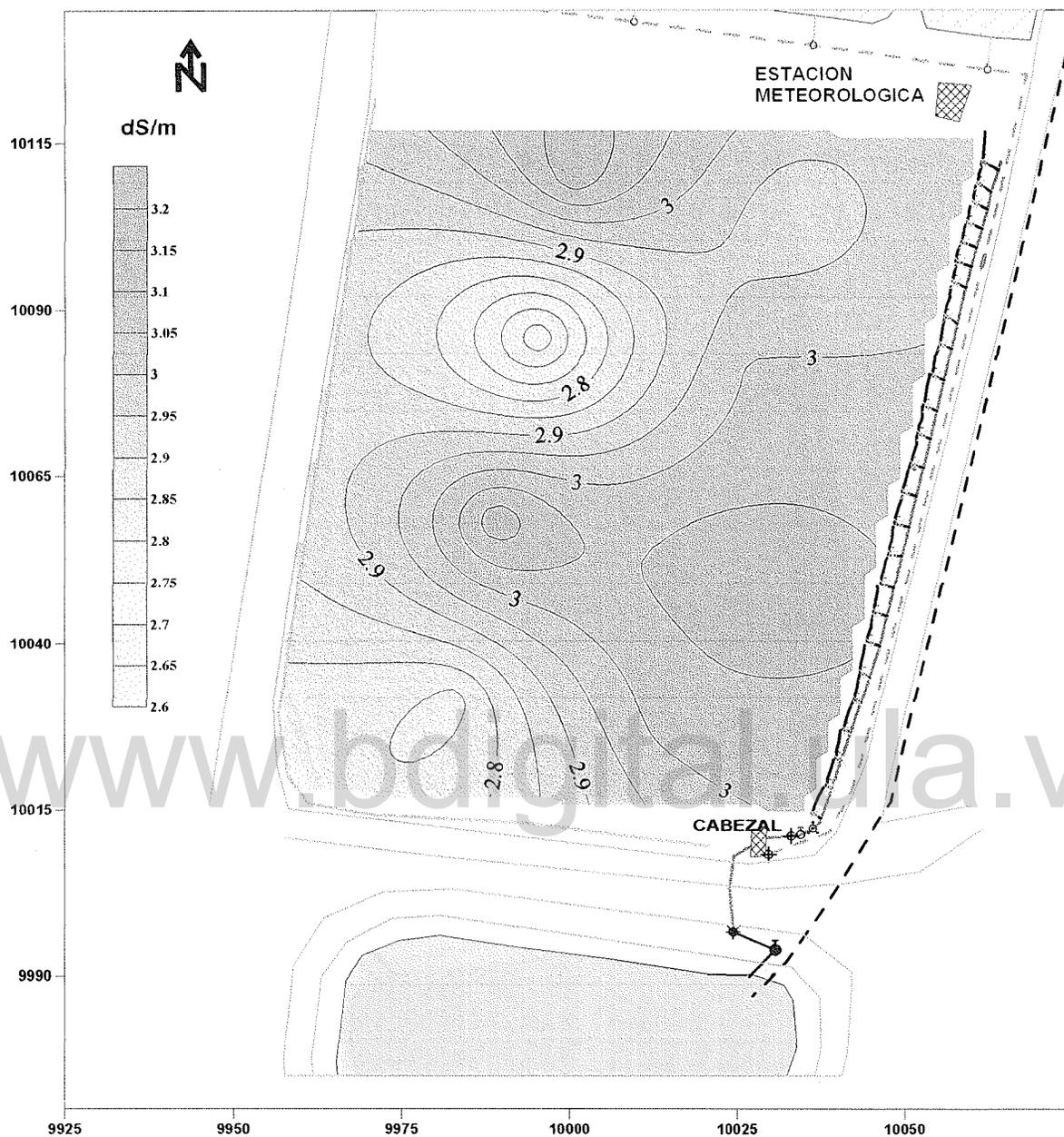
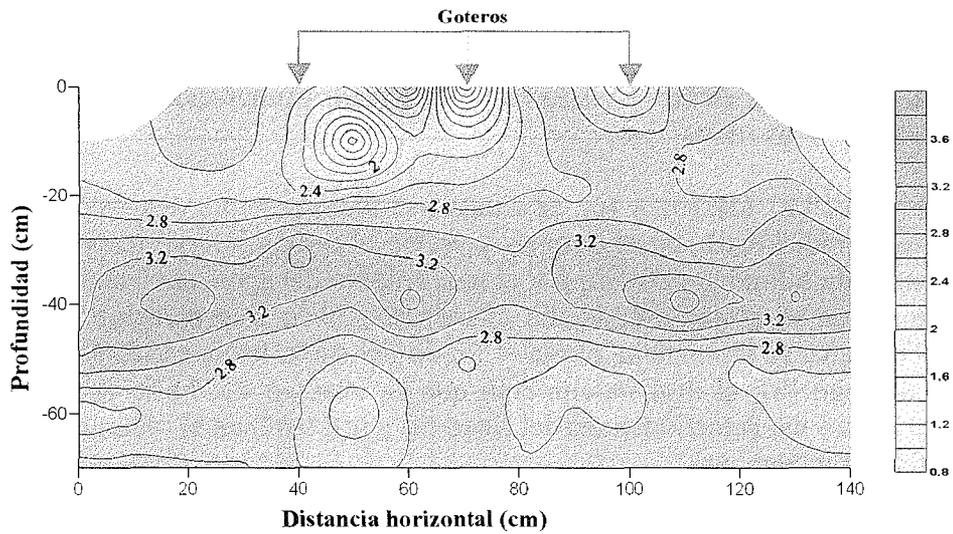


Figura 5.19. Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm a los 121 DDT (13/08/2004).

### 5.7.5 Salinidad en el perfil del bulbo húmedo

Los perfiles transversal y longitudinal del bulbo de húmedo, se muestran en las Figuras 5.20 (a) y (b), en ellas se puede apreciar el desplazamiento de sales desde el punto de emisión del

gotero hacia la periferia y hacia los estratos más profundos. En el caso de la Figura 5.20 (b), el desplazamiento se observa entre dos goteros consecutivos de la misma cinta.



(a) Distribución de la salinidad en el de una cama.

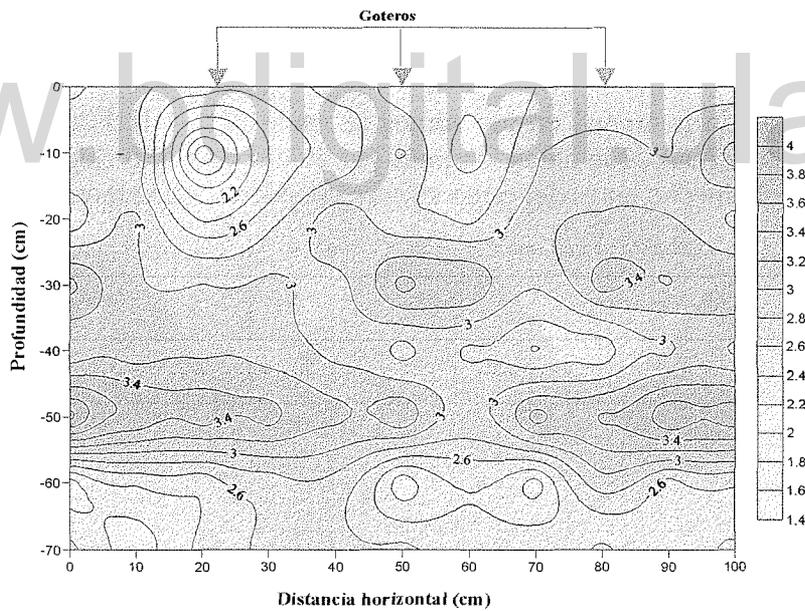


Figura 5.20 Distribución de la salinidad en el perfil transversal (a), perfil longitudinal (b), de una cama en particular.

### 5.7.6 Movimiento y distribución espacial y temporal de las sales en el surco del sistema de siembra tradicional

La distribución de las sales en el suelo antes de la aplicación del agua en el riego responde al patrón común en regiones áridas y semiáridas, Fernández (1980). La concentración de sales se acumula en la superficie y va decreciendo en profundidad, aumentando considerablemente en la zona no explorada por las raíces.

En las Figuras 5.21 (a), (b), y (c), se muestra el movimiento y distribución de la salinidad en el surco (riego tradicional), antes, después y previo al próximo riego respectivamente. Allí se muestra un patrón de salinidad definido por el movimiento del agua en el suelo, Figuras 5.22 (a), (b) y (c), este patrón ya estaba establecido cuando se realizó la evaluación. Se observó que la concentración de sales se incrementa desde el fondo del surco hacia estratos más profundos una vez aplicado el riego (b); el otro movimiento que se observó fue hacia la mitad entre surcos ascendiendo al centro del camellón antes del riego (a) y (c); también el volumen de agua aplicado hacia la rizósfera se incrementó.

La evaluación del movimiento de sales en riego tradicional demuestra donde se ubican las sales en el suelo y su influencia sobre el cultivo, observándose que el volumen agua aplicado es considerablemente alto, y su permanencia en la rizósfera del cultivo también se extiende por un largo periodo de tiempo, manteniendo húmeda esta zona del suelo; sin embargo las precipitaciones también modifican el patrón de movimiento de las sales.

Los contenidos de humedad en los surcos se muestran en la Figura 5.22 (a), (b) y (c). Dichas evaluaciones se realizaron antes, después y previo al próximo riego respectivamente. Los bajos contenidos de humedad antes del riego se corresponden a los valores altos de salinidad.

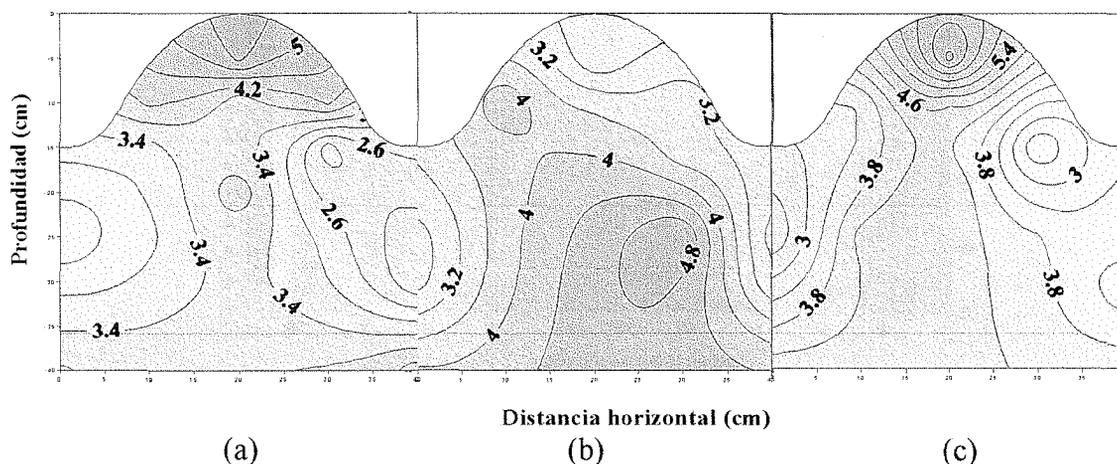


Figura 5.21 Isolineas de salinidad en riego tradicional en un surco (a) antes del riego 70 DDT, (b) después del riego 72 DDT, y (c) previo al próximo riego 78 DDT.

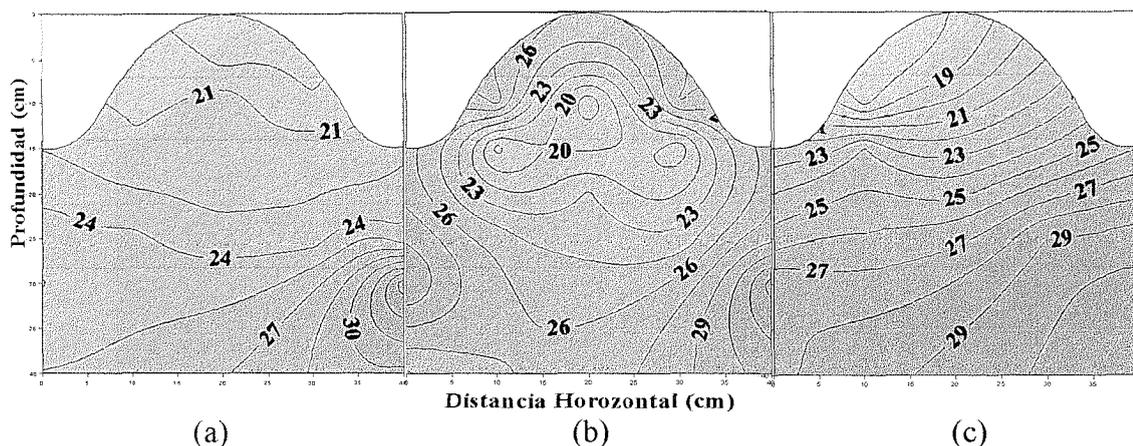


Figura 5.22 Isolíneas de contenido de humedad en riego tradicional en un surco (d) antes del riego 70 DDT, (e) después del riego 72 DDT, y (f) previo al próximo riego 78 DDT.

Dentro de la misma evaluación aplicada a otro surco, en el cual se había comenzado el proceso de estrés hídrico denominado “seca”, que consiste en la aplicación de un menor volumen de agua con menos frecuencia. En las Figuras 5.23 (a), (b) y (c) se muestra la concentración de la salinidad en todo el perfil y el descenso de las mismas hacia los bordes y surcos.

Los contenidos de humedad en el suelo para las fechas de evaluación se muestran en las Figuras 5.24 (a), (b) y (d) notándose la poca variabilidad del contenido de agua en el suelo, lo cual es comprensible porque la lámina de agua aplicada era más pequeña y frecuente.

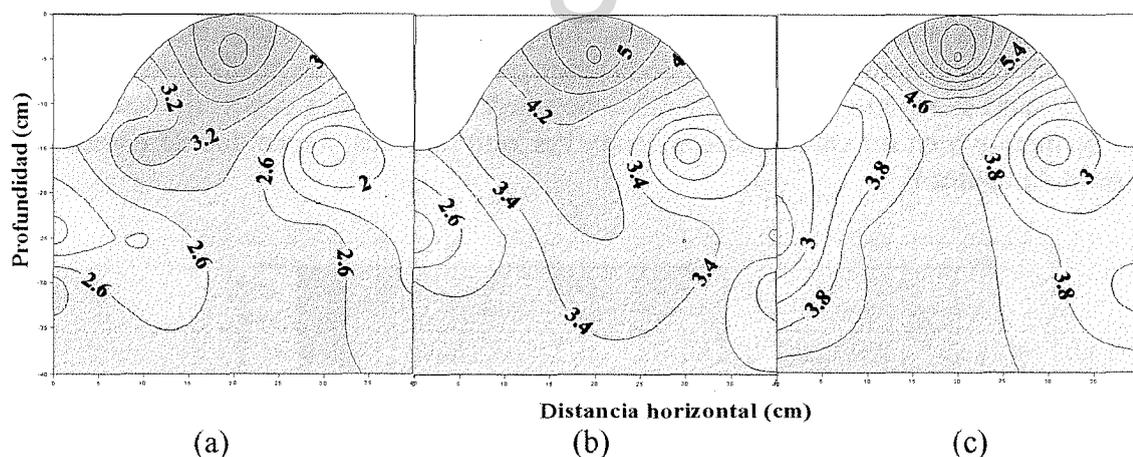


Figura 5.23 Isolíneas de salinidad en riego tradicional (a) después del riego 82 DDT, (b) antes del riego 85 DDT, y (c) después del riego 88 DDT.

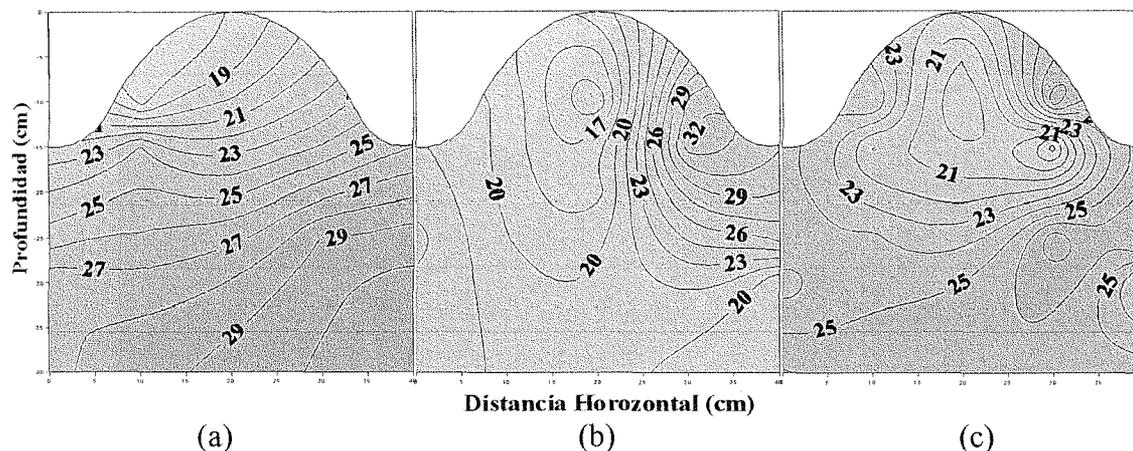


Figura 5.24 Isolíneas de contenidos de humedad en riego tradicional (a) después del riego 82 DDT, (b) antes del riego 85 DDT, y (c) después del riego 87 DDT.

### 5.7.7 Distribución de la humedad en riego por goteo

En estos tipos de suelos y condiciones climáticas, la relación del movimiento del agua en la zona radicular es lenta con respecto a la transpiración de los cultivos. La determinación de la humedad del perfil del suelo, mostraría la presencia de una amplia disponibilidad del agua. Sin embargo, las plantas sufrirían síntomas de marchitamiento, este síntoma temporal de las plantas durante periodos calurosos del día, se debe principalmente al movimiento lento del agua en el suelo.

La evaluación de la salinidad y contenido de humedad antes del riego mostrada en la Figura 5.25, corresponde a la humedad del gotero de la línea central, en ella se puede observar que la humedad en el suelo se mantuvo entre 25 y 32%. Se puede decir, que la conductividad eléctrica en el suelo se mantuvo en un valor casi constante. Por otro lado los contenidos de humedad se presentan en el Apéndice E.

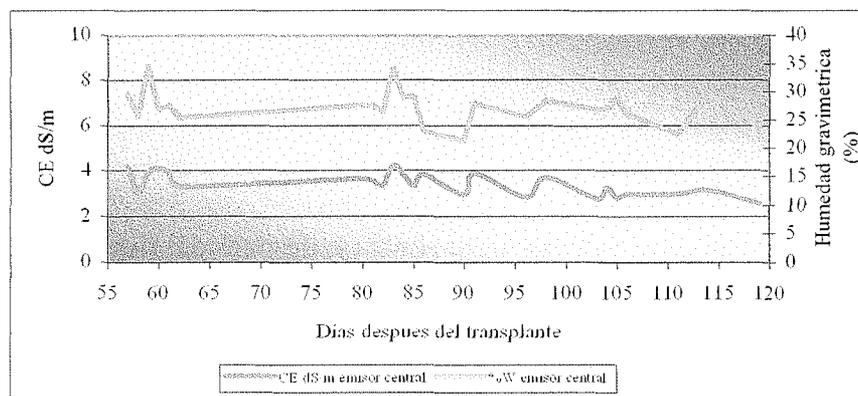


Figura 5.25. Variación temporal del contenido de humedad en el suelo y conductividad eléctrica.

### 5.7.8 Densidad de raíces y Conductividad Eléctrica

Es una práctica común en el Valle de Quíbor aplicar un volumen considerable del agua al momento de la siembra, luego se repite un riego al tercer día y el otro a los siete días después del trasplante. Una vez que el suelo está totalmente saturado, se deja un tiempo de siete u ocho días sin regar, con la finalidad de que las raíces exploren las zonas más profundas en búsqueda de humedad. Esta práctica tiene por objeto que las raíces puedan alejarse de la zona donde se concentran las sales. Lo anteriormente expuesto se muestra en la Figura 5.26.

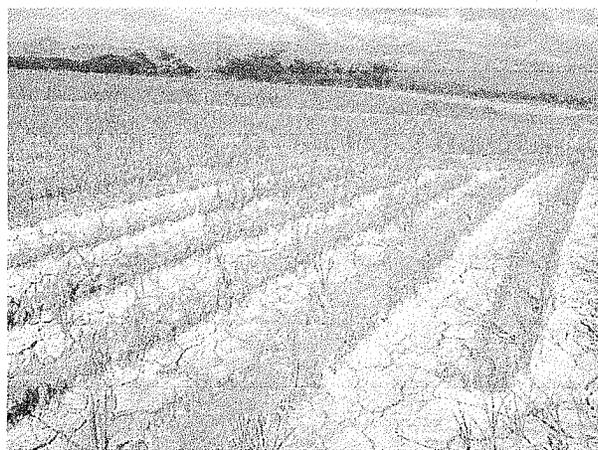


Figura 5.26 Ubicación de las sales en un surco con riego tradicional.

En el caso de riego por goteo, la mayor densidad de raíces se ubica en el primer perfil, debido a que la humedad en ese estrato de suelo se mantiene a capacidad de campo. Igualmente las concentraciones de sales es menor y los cultivos se pueden desarrollar en adecuadas condiciones.

Los tratamientos evaluados tuvieron algunas diferencias en cuanto a la densidad de raíces, observándose mayor densidad en los tratamientos T1 y T4, correspondientes a las menores poblaciones, como se muestra en la Figura 5.27. La salinidad fue menor para estos tratamientos en el estrato de 0-10 cm como se muestra en la Figura 5.28. De la misma manera, se puede observar que la salinidad en general aumenta a medida que aumenta la profundidad, solo en el tratamiento T6 mostró un comportamiento distinto que los otros tratamientos, disminuyendo el valor de CE en profundidad. La causa posiblemente de dichos resultados es haber muestreado en una zona con altos niveles de salinidad o “altas concentraciones de salinidad” como comúnmente se le denominan, en este estrato en específico.

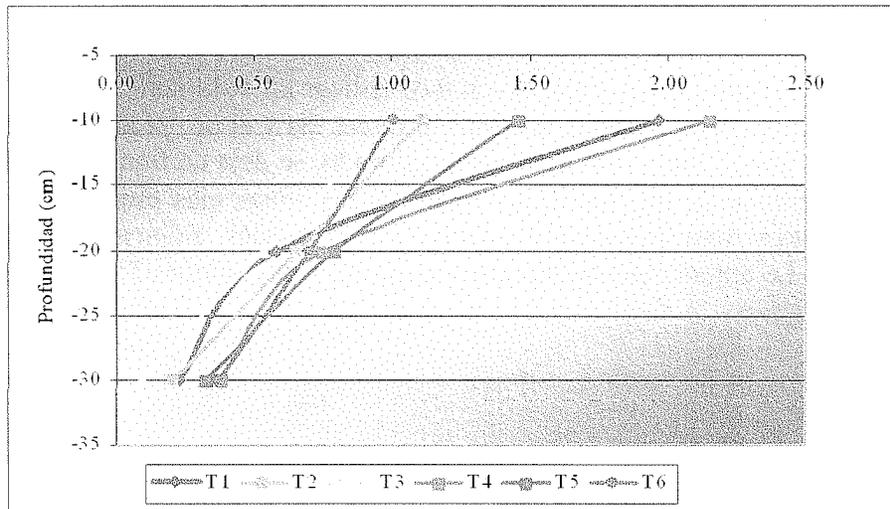


Figura 5.27. Densidad de raíces (cm/cm<sup>3</sup>) con respecto a la profundidad

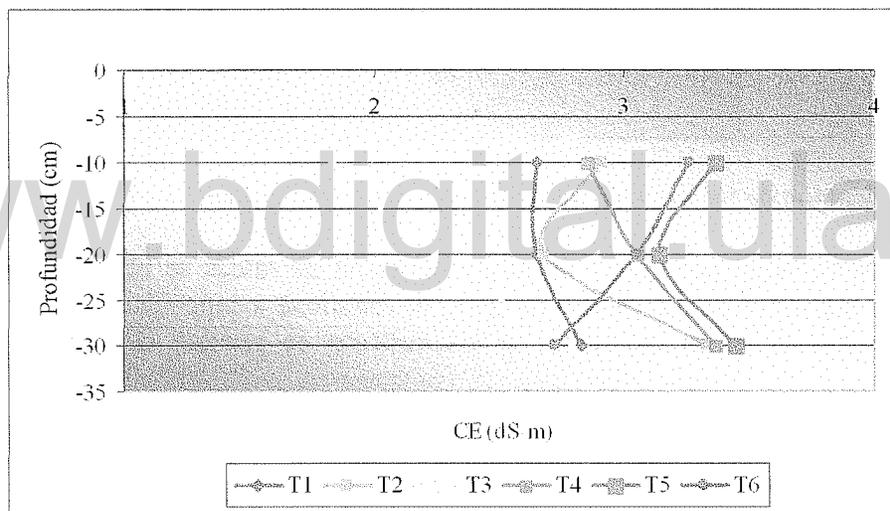


Figura 5.28. Conductividad eléctrica por tratamiento con respecto a la profundidad

### 5.8 CAPTADORES DE SOLUCIÓN DEL SUELO

De la batería de captadores de solución de suelo ubicados en la parcela a una profundidad de 0,10 m, se tomó las muestras para analizarlas mediante la metodología de salinidad de agua, promediándose los resultados obtenidos para compararlos con los determinados mediante pasta saturada como se muestra en las Tablas 5.6 y 5.7, encontrándose un similar comportamiento en

cuanto a CE y el RAS con valores promedios de 3,8 y 1,2 dS m<sup>-1</sup> respectivamente; no obstante se puede notar la diferencia en el valor de pH de 7,4 medido en la pasta contra 8,1 determinado en la solución suelo, esto se debe a que el pH fue medido en la solución directamente y no en la pasta saturada.

Tabla 5.6 Resumen del análisis de salinidad determinado por pasta saturada.

DDT	Prof (cm)	PH	CE	Cationes (me l <sup>-1</sup> )					Aniones (me l <sup>-1</sup> )					RAS
				Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Total	
27	0-15	7,4	4,0	27,20	5,10	5,49	2,72	40,51	1,70	3,90	5,40	29,69	40,62	0,90
61	0-15	7,3	3,5	23,83	5,42	3,55	2,13	34,93	0,40	2,80	0,85	30,77	34,82	0,93
91	0-15	7,4	3,4	22,89	4,91	4,17	1,69	33,66	0,00	3,20	1,50	30,18	34,88	1,12

Tabla 5.7 Resumen del análisis de salinidad determinado por solución de suelo.

DDT	Prof (cm)	pH	CE	Cationes (me l <sup>-1</sup> )					Aniones (me l <sup>-1</sup> )					RAS
				Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Total	
27	0-10	8,7	4,2	25,53	6,50	6,25	4,18	42,45	0,77	5,98	0,80	34,76	34,76	1,57
61	0-10	7,9	4,3	24,48	9,66	5,47	3,89	43,50	1,00	3,83	0,57	38,33	43,73	1,16
91	0-10	7,7	3,3	19,15	5,25	5,43	9,31	32,93	0,50	3,83	1,40	28,24	33,07	1,10

En la Figura 5.29 se muestra la similitud que existe al determinar la concentración de iones mediante las soluciones extraídas de pasta saturada y las hechas tomando la verdadera solución del suelo, obtenida por los captadores, aunque las concentraciones de iones en esta última fue mayor.

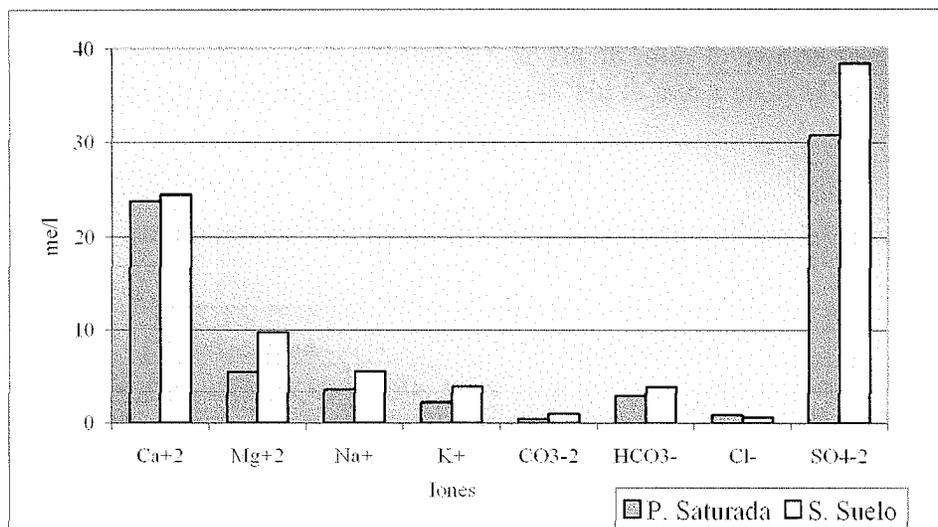


Figura 5.29. Comparación de los valores de concentración de iones determinados en extracto de pasta saturada y solución del suelo.

### 5.9 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Al inicio de este estudio se presentaron importantes eventos de lluvia, los cuales fueron cosechados en las lagunas almacenadas que posee la finca, esta agua dulce era mezclada con el agua extraída del pozo para el riego de todas las parcelas. Esto sucedió cuando el cultivo tenía poco volumen de raíces y era más sensible a los efectos de la salinidad. Una vez que estos eventos pasaron, el nivel de la laguna bajó y el riego se realizaba con agua de poca dilución, pero las plantas ya habían desarrollado un sistema radicular más profundo que le ayudaban a extraer agua y nutrientes del suelo.

Dependiendo de la composición química de las aguas usadas para la fertirrigación por goteo, se pudieran incrementar la cantidad de solutos totales disueltos e incrementar la salinización del suelo. El otro problema que puede presentarse a consecuencia de la fertirrigación con aguas salina es el incremento de sodio soluble en el suelo que pudiera afectar adversamente la permeabilidad del suelo. Otro efecto es la toxicidad de algunos iones, los cuales pueden ser un problema que aumenta a consecuencia del uso de aguas de riego de baja calidad. Sin embargo, en el monitoreo del agua de riego, mantuvo sus características químicas como se puede ver en la Figura 5.30

El agua de riego presenta un pH ligeramente alcalino, con una conductividad eléctrica alta ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) considerándose salina, la relación de absorción de sodio RAS no superó el valor de 0,27; en conclusión el agua según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

(USDA) se clasifica como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>: siendo un agua altamente salina que puede ser usada en suelos con buen drenaje. Según estos análisis, el agua puede usarse en riego ya que posee poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

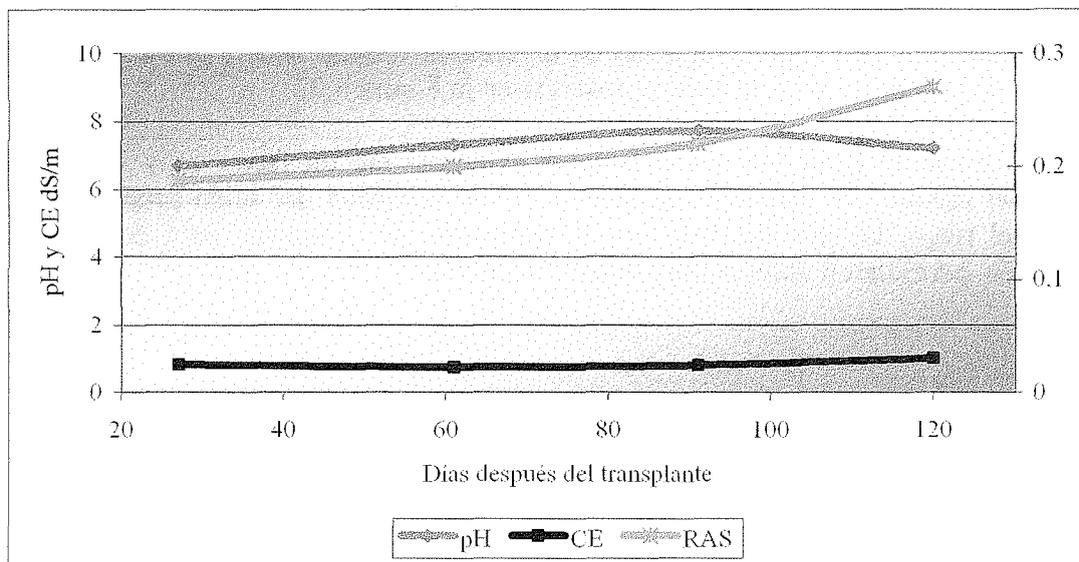


Figura 5.30. Monitoreo de las propiedades químicas del agua de riego para distintas etapas del cultivo.

Los máximos valores de iones encontrados en los análisis del agua se alcanzaron en el ultimo muestreo, como se observar en la Figura 5.31. De igual manera los iones como el calcio, sulfato, bicarbonatos y cloro se incrementaron; para esta etapa los cultivos eran más resistentes a la salinidad y a la toxicidad de estos iones.

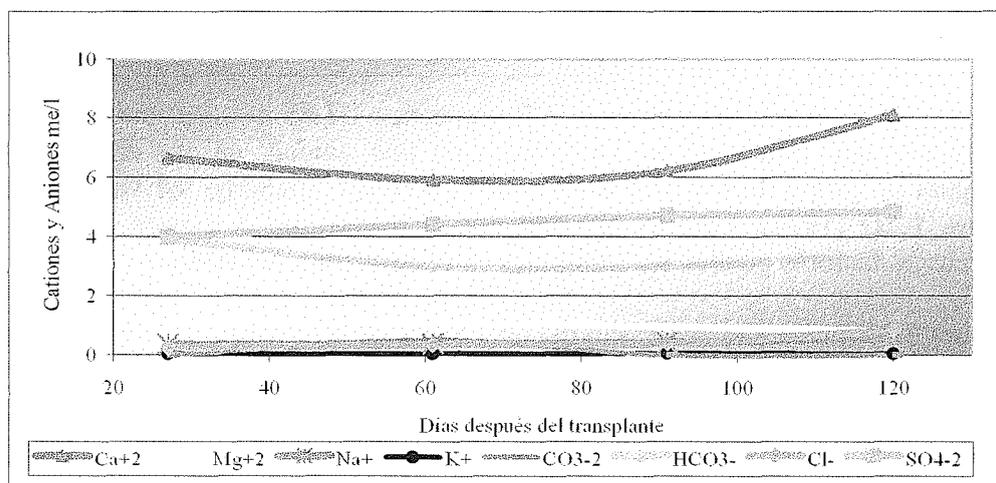


Figura 5.31 Comportamiento de los iones en el agua de riego en las distintas etapas del cultivo.

## 5.10 EFECTO DE LA SALINIDAD EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Las sales presentes en la solución del suelo, al igual que los factores climáticos y la incidencia de plagas y enfermedades, afectan el desarrollo de los cultivos; para observar dicho efecto, tomando en cuenta la concentración de sales sobre el crecimiento de los cultivos, se realizaron muestreos periódicos con el fin de determinar materia seca y graficar así la curva de crecimiento de la cebolla, esto se pueden observar en la Figura 5.32.

La salinidad, al igual que otros factores externos, fue un factor muy importante en el desarrollo del cultivo; sin embargo, el buen nivel de humedad del suelo producto del manejo adecuado del riego, las precipitaciones y la aplicación de productos para controlar plagas y enfermedades, permitieron obtener muy buenos resultados.

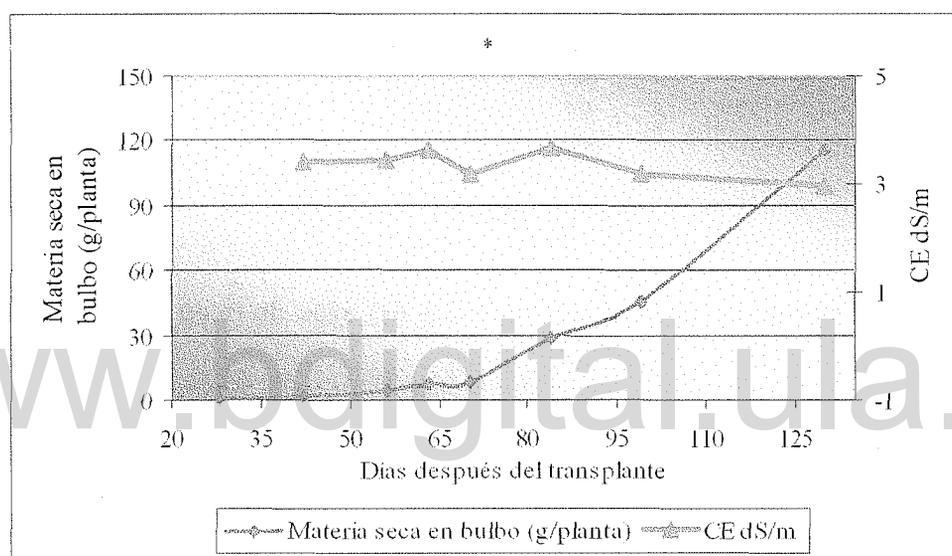


Figura 5.32 Influencia de la salinidad en relación con materia seca en el cultivo de la cebolla.

En el caso de la cebolla los valores de CE mayores a  $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ , mermaría los rendimientos en 16% cada vez que este valor se incrementa en una unidad; es por ello que los valores permisibles para un grupo de cultivos como valor universal, puede no ser válido bajo todas las circunstancias. FAO (1973). Esto es causado por el hecho que el exceso de la salinidad en conjunto con otros factores pueden ser limitantes en el desarrollo del cultivo.

La Figura 5.33 muestra el desarrollo del área foliar de la cebolla con respecto a la salinidad; en ésta se presenta un pequeño punto de inflexión a los 70 días después del trasplante, esto es debido a las condiciones propias ocurridas para esa fecha en el Valle de Quibor, entre las que se puede señalar, plagas y enfermedades, y otros factores climáticos.

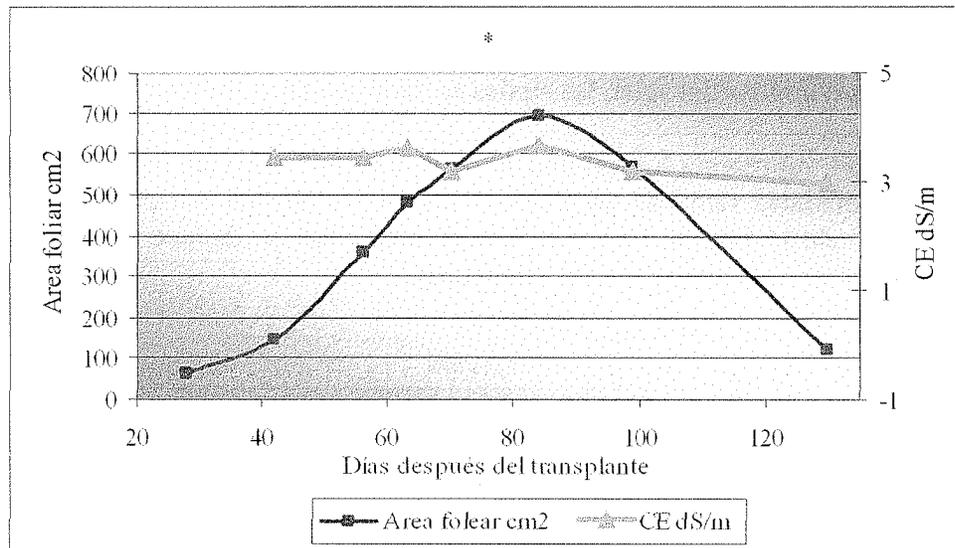


Figura 5.33 Influencia de la salinidad en relación al área foliar en el desarrollo del cultivo.

### 5.11 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO

Para la calibración del modelo LEACHM realizada en los suelos de la serie Quibor, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros iniciales: la conductividad eléctrica en extracto de saturación, la relación de absorción de sodio y la concentración de iones presentes en la profundidad del perfil (Apéndice 6), el seguimiento se realizó en estrato de 0-30 cm ya que en esa zona se desarrollan la mayor cantidad de raíces.

Para ello se tomó en cuenta las fechas de inicio de la simulación y las fechas de salida como las correspondientes a los muestreos.

Los límites de los perfiles se fijaron de acuerdo a los datos suministrados por la calicata de la serie Quibor. En los segmentos se consideraron los siguientes aspectos:

- El modelo de flujo considerado es el de Richards
- El número de curva (CN) y la pendiente se basó en las condiciones observadas en el campo.
- Los registros del cultivo en cuanto a distribución y crecimiento de las raíces se fijaron en el campo de acuerdo a los perfiles de muestreo.
- Los datos de riego fueron medidos durante todo el ciclo del cultivo al igual que la precipitación y la evaporación.

- La calidad del agua de riego fue evaluada para las fechas establecidas, determinándose las propiedades químicas del agua, las cuales se incluyen en el fichero de entrada.

La Figura 5.34, representa los valores de conductividad eléctrica obtenidos con el modelo LEACHM en las distintas semanas del cultivo, los cuales pueden compararse con los valores medidos en campo de la Figura 5.35. De esta comparación se deduce que existe una buena correlación entre los valores medidos y los simulados.

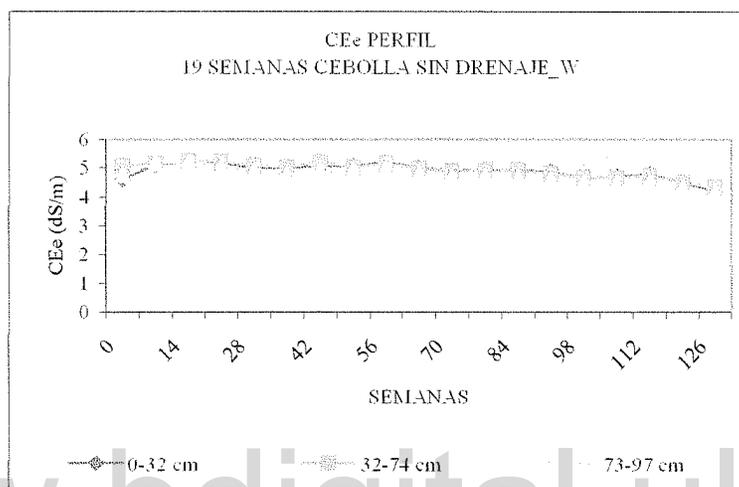


Figura 5.34. Conductividad eléctrica, estimada por el modelo LEACHM.

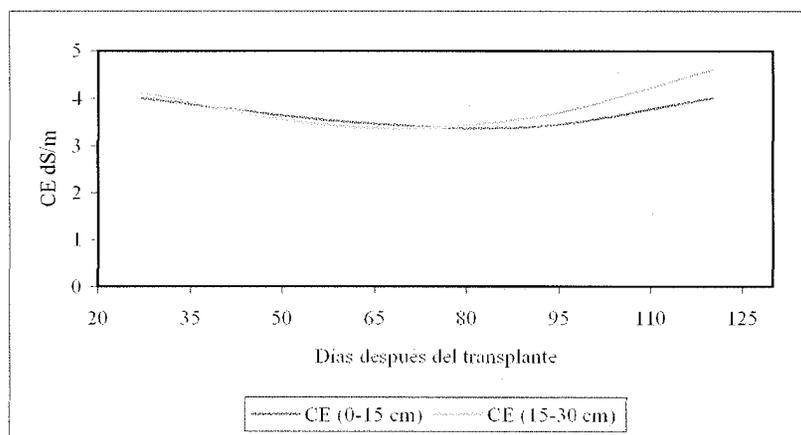


Figura 5.35. Conductividad eléctrica medida en campo.

Por otro lado, los valores de RAS estimados por el modelo se muestran en la Figura 5.36, en ella se observa que en estrato de 0-32 cm y 73-97 cm, no superan la unidad, en el estrato de 32 a 74 cm, se incrementa un poco el valor del RAS.

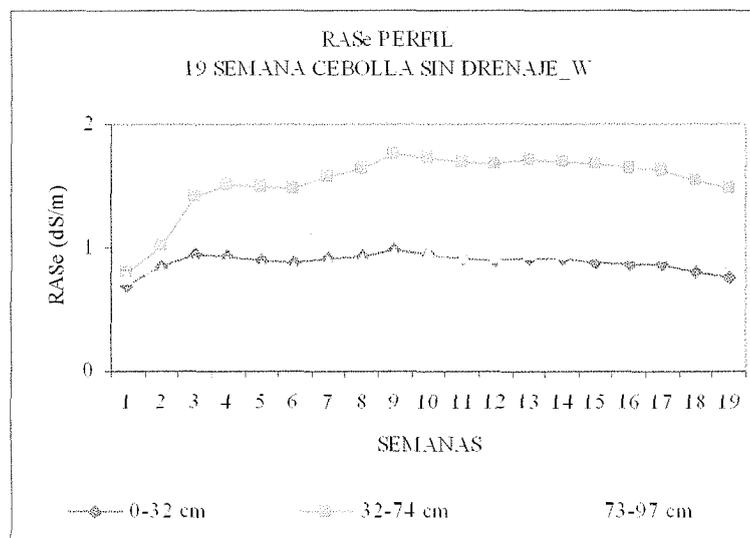


Figura 5.36. Comportamiento del RAS estimado por modelo LEACHM.

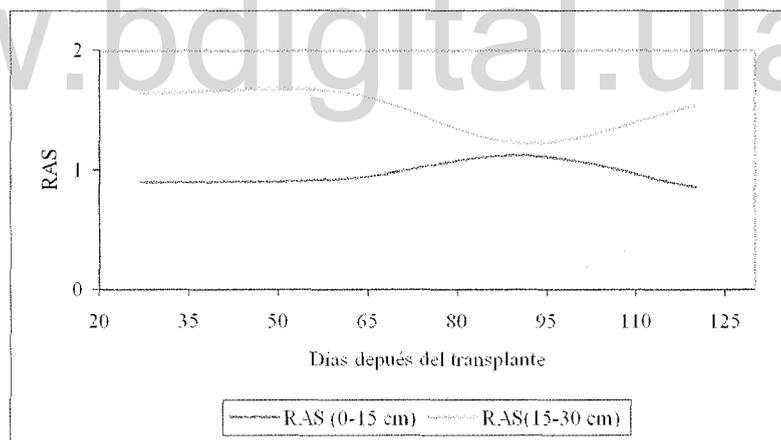


Figura 5.37. Comportamiento del RAS determinado en el muestreo del suelo.

Otras estimaciones realizada por el modelo fueron: el balance de humedad en el suelo, potencial hídrico, potencial matricial y flujo del agua en el perfil. En cuanto a la lámina acumulada correspondientes a lluvias y riego estimada fue de 800 mm, la cual comparada con los valores medidos, 768,1 mm, son muy parecidos. Los valores de tensiometría medidos se mantuvieron en -10 kPa (capacidad de campo), con pequeñas variaciones al final del ciclo de

evaluación, este mismo comportamiento se mostró en los datos estimados. Todo esto se puede observar en la Figura 5.38.

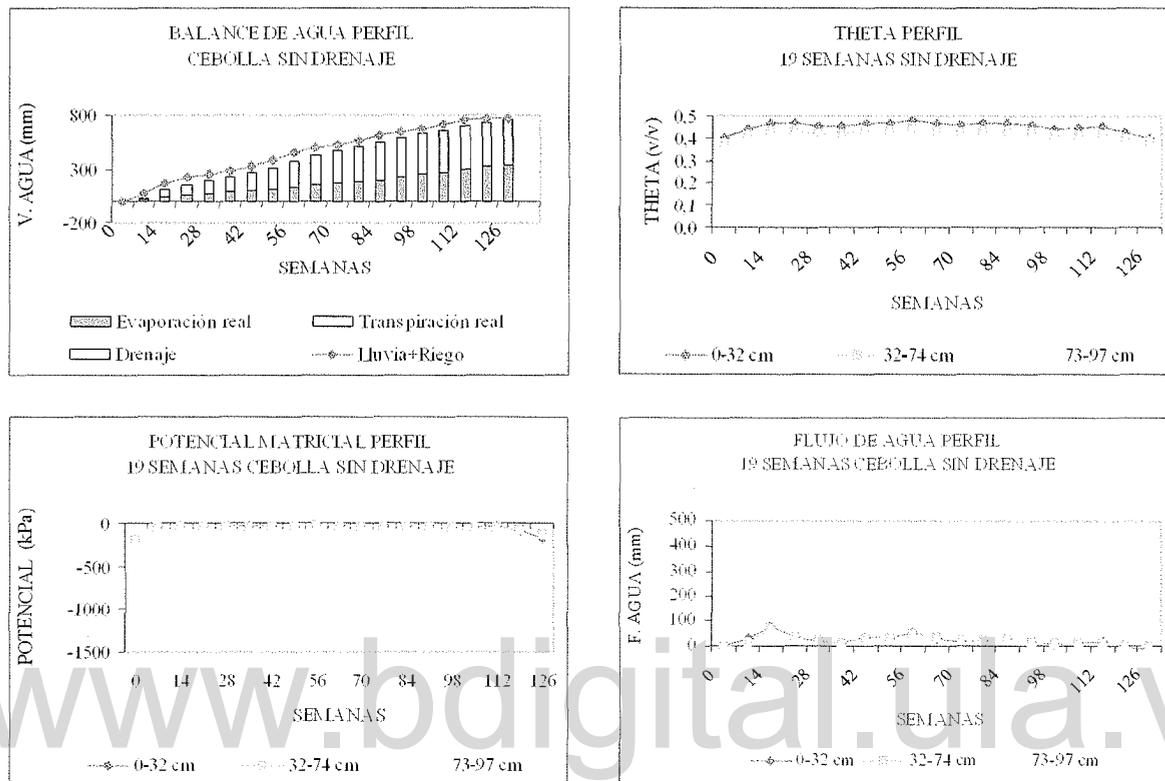


Figura 5.38. Estimaciones de potencial hídrico del suelo.

En la Figura 5.39, se muestran la correlaciones entre las distintas concentraciones de los iones simulados mediante el modelo LEACHM vs los medidos en el laboratorio; en ella se puede observar una baja correlación en algunos de los iones. En el mismo orden de ideas, los iones que obtuvieron una mejor correlación fueron: sodio y cloro; sin embargo, los valores puntuales son muy distintos entre ellos; mientras que donde se obtuvo una baja correlación los valores simulados son muy cercanos a los medidos, ejemplo de esto son los sulfatos.

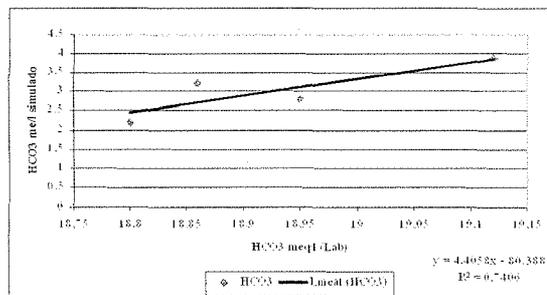
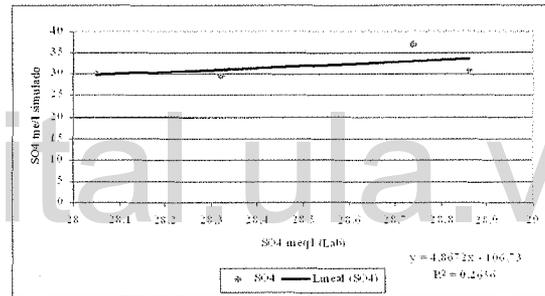
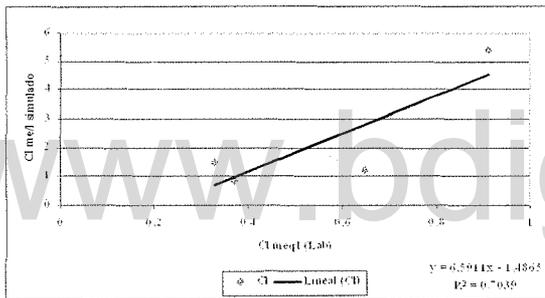
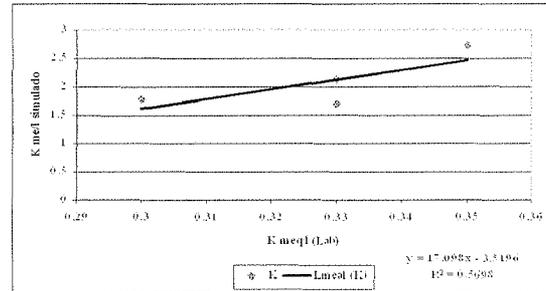
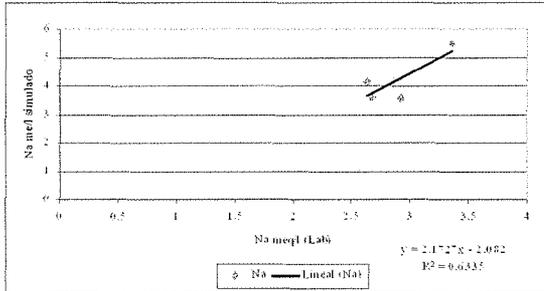
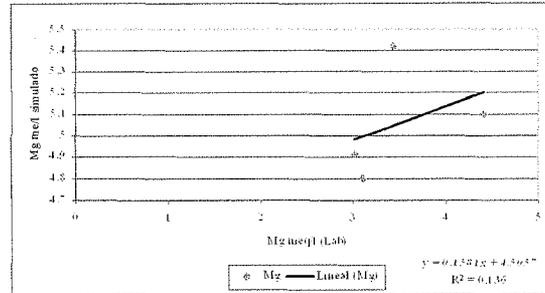
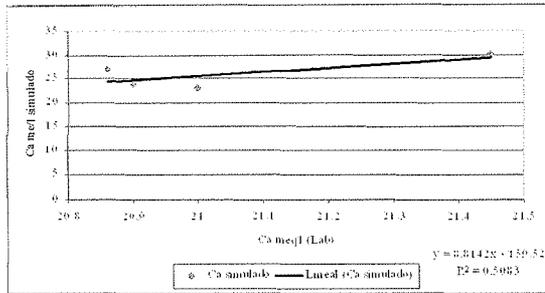


Figura 5.39. Correlación de los cationes simulados con respecto a los medidos.

## 5.12 COSECHA

El análisis de la producción del cultivo de cebolla se realizó para toda el área del ensayo, separándola por tratamientos; cada tratamiento consistió de 11 camas. El promedio obtenido por tratamiento fue de 5.310,03 Kg, siendo mayor en el tratamiento T2 con 5.533,52 Kg y menor en los tratamientos con mayor densidad de población T6 con 5.024,30 Kg y T3 con 5.131,81 Kg. Los resultados se presentan en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Producción de cebolla por tratamiento.

Tratamiento	Producción (Kg)
T1	5.375,10
T2	5.533,52
T3	5.131,81
T4	5.290,23
T5	5.505,23
T6	5.024,30

Los resultados de la producción, obtenidos por tratamiento, también se expresaron en  $Tn\ ha^{-1}$  y se presentan en la Tabla 5.9 y en la Figura 5.40.

Tabla 5.9. Rendimiento de la cebolla en  $Tn\ ha^{-1}$ .

Clasificación	TRATAMIENTO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Jumbo	1,05	0,54	0,16	0,88	0,42	0,16
Grande	33,10	28,33	14,71	33,14	26,15	16,14
Mediana	11,46	17,61	25,44	11,35	19,18	25,07
Pequeña	0,22	0,61	2,12	0,26	0,74	1,96
*PPC	0,26	0,26	0,24	0,25	0,26	0,24
Total	46,09	47,35	42,67	45,89	46,75	43,57

\*PPC : pérdidas post cosecha

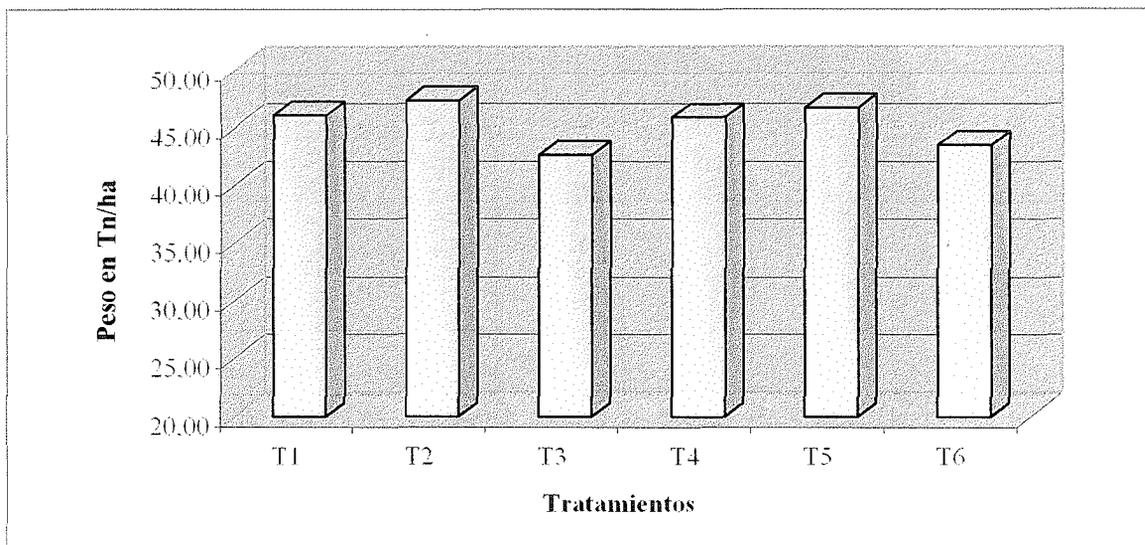


Figura 5.40. Rendimiento total por hectárea y por tratamiento.

La cebolla se clasificó en cuatro tamaños: jumbo, grande, mediana, pequeña y golilla; el porcentaje obtenido de cada uno de estos tamaños depende del tratamiento, obteniéndose mayor cantidad de cebollas grandes cuando el espaciamiento entre plantas era mayor y mayor porcentaje de golillas cuando el espaciamiento entre plantas era menor, como se observa en la Tabla 5.10 y en las Figuras 5.41 (a) y (b).

Tabla 5.10. Distribución porcentual de la producción de cebolla por tamaño.

Clasificación	TRATAMIENTO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Jumbo	2,28	1,14	0,37	1,91	0,90	0,37
Grande	71,82	59,83	34,48	72,23	55,93	37,04
Mediana	24,87	37,19	59,62	24,75	41,03	57,54
Pequeña	0,47	1,28	4,97	0,57	1,58	4,50
PPC	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

\*PPC : Pérdidas post cosecha

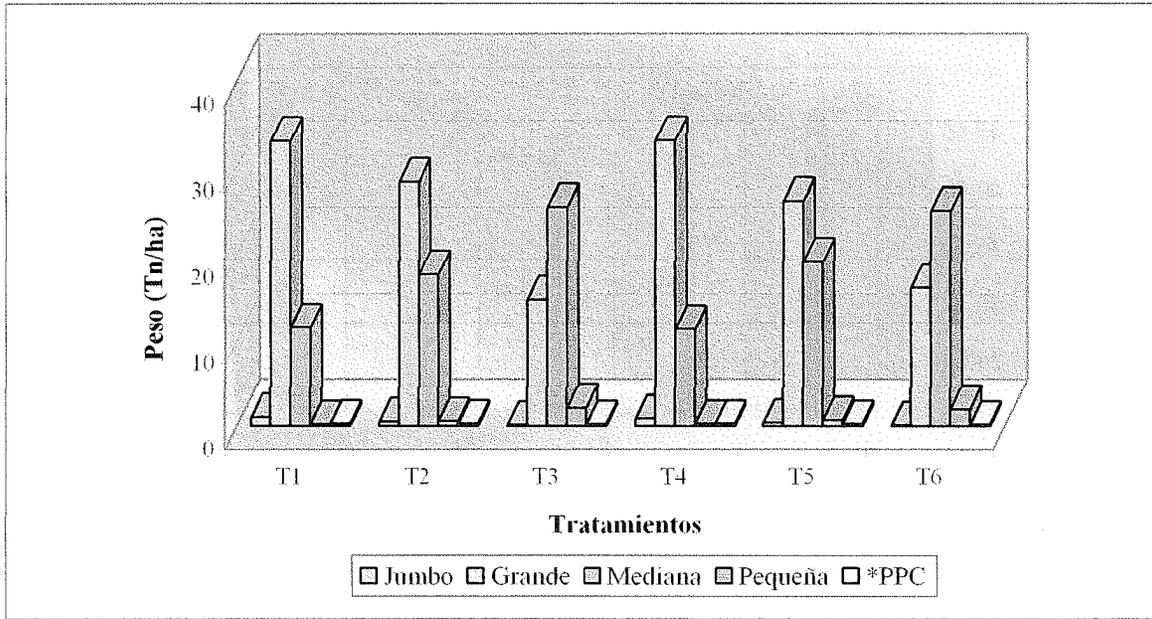


Figura 5.41 (a). Rendimiento de la cebolla por tratamiento y por tamaño, en Tn ha<sup>-1</sup>.

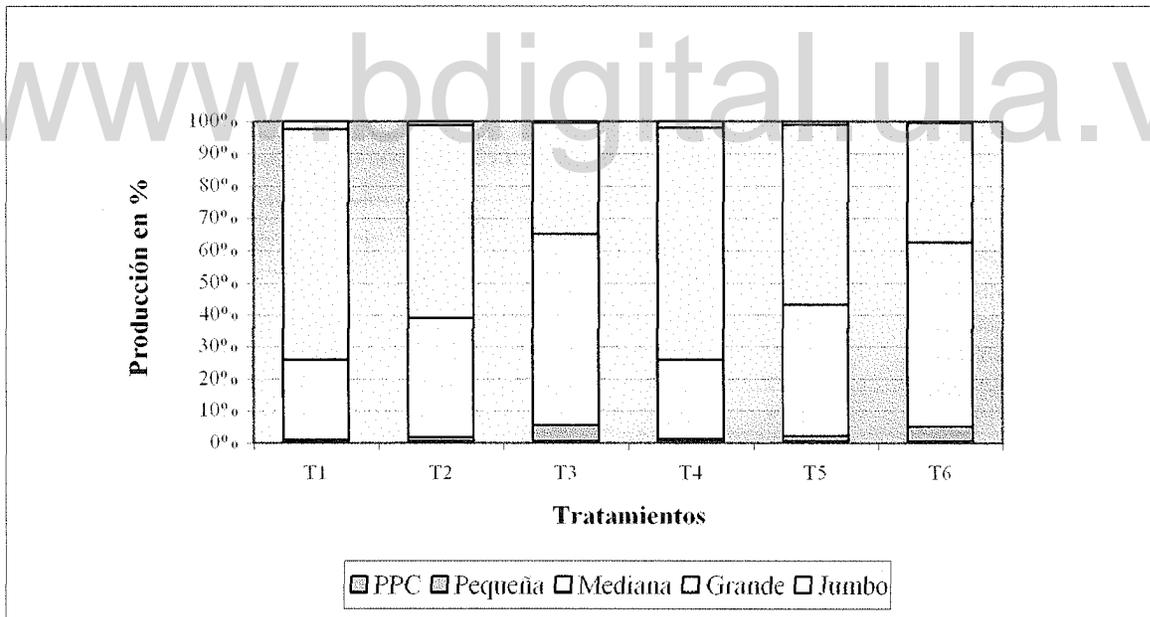


Figura 5.41 (b). Distribución porcentual de la producción de cebolla por tamaño.

Antes de proceder a la cosecha se realizó un inventario de la producción comercial en lo referente al número de bulbos y peso promedio de bulbo. Los resultados obtenidos y separados

por variable: riego (2 y 3 veces al día) y densidad de siembra (separación entre plantas 5 cm, 7,5 cm y 10 cm), se presentan en la Tabla 5.11 y en las Figuras 5.42 (a), (b) y (c).

Tabla 5.11. Inventario de producción comercial por números de riego/día y separación entre plantas.

Clasificación	Riegos día <sup>-1</sup>		Separación entre plantas (cm)		
	2R	3R	5	7,5	10,00
Jumbo	683	568			
Grande	29.697	29.416			
Mediana	21.260	21.686			
Nº bulbos (miles ha <sup>-1</sup> )	399,43	401,55	411,23	416,14	377,28
Peso promedio (g)	130	130	117,70	128,60	140,70

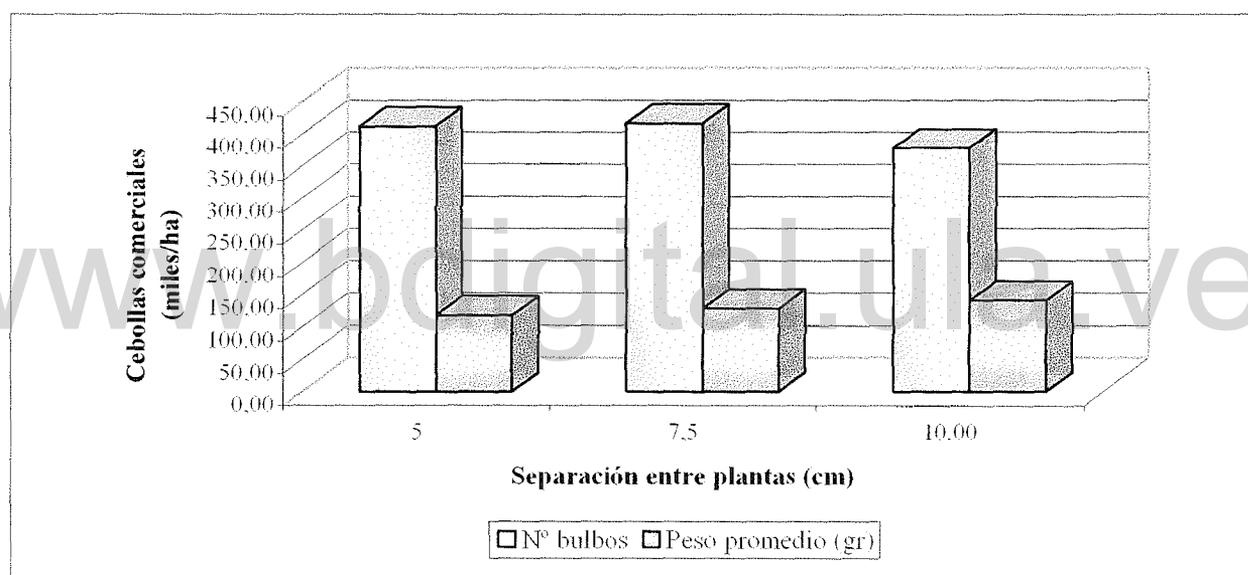


Figura 5.42 (a). Número de bulbos y peso promedio del bulbo considerando la variable separación entre plantas.

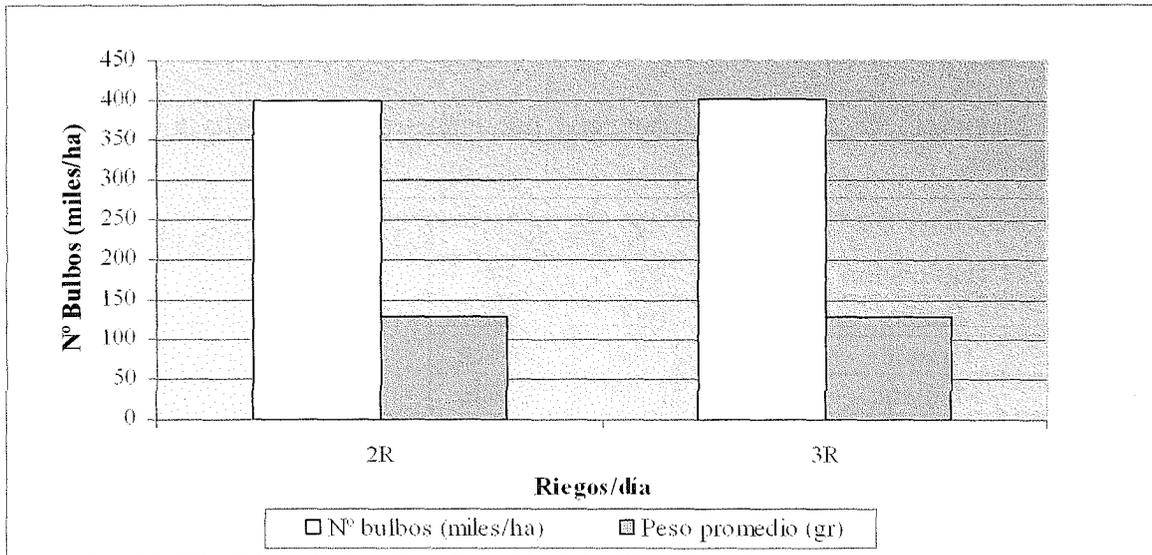


Figura 5.42 (b). Número de bulbos comerciales y peso promedio del bulbo considerando la variable riego.

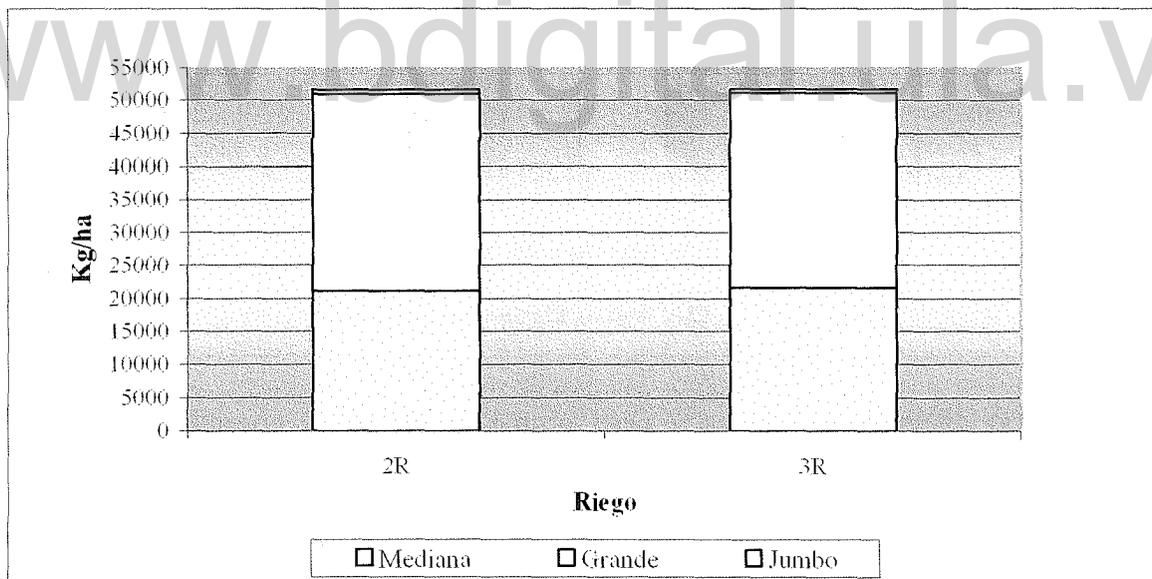


Figura 5.42 (c). Efectos de la variable riego sobre el tamaño de cebolla y la producción.

También se realizó un inventario, por tratamiento, del número de plantas en un metro lineal, así como la cantidad de plantas que no habían llegado a bulbificar y que produjeron los llamados “chuzos” y el número de plantas que habían formado bulbos dobles. La mayor cantidad

de estas anomalías se presentan en aquellos tratamientos con mayor densidad de población, siendo el mayor porcentaje de chuzos 10% y el mayor porcentaje de bulbos dobles 5%; los resultados se presentan en la Figura 5.43.

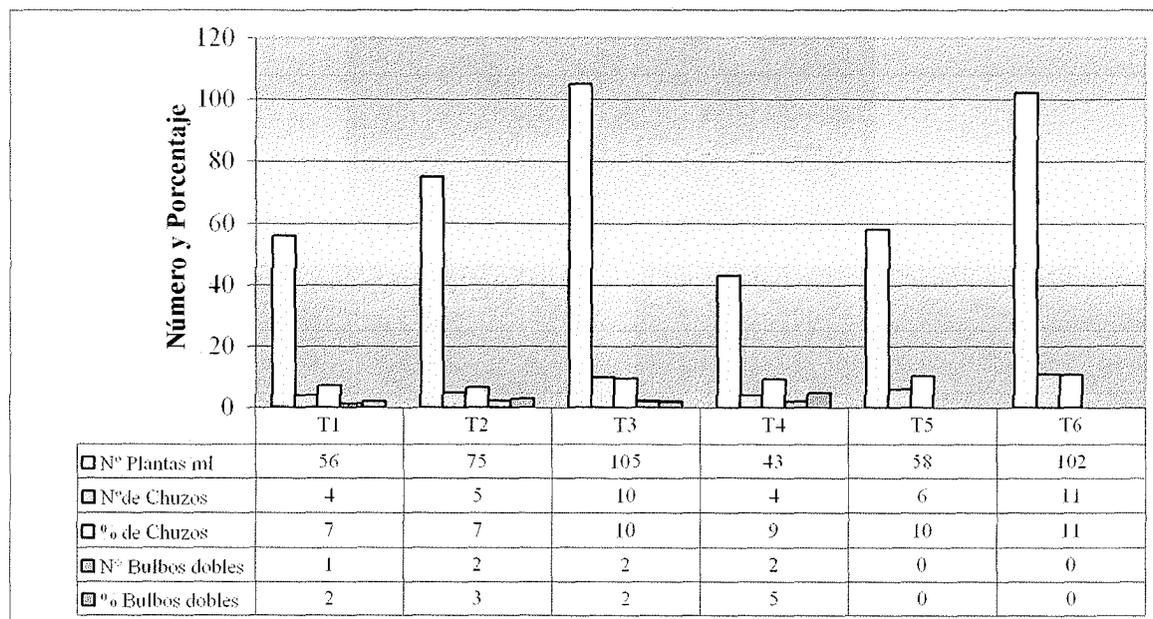


Figura 5.43 Porcentaje de cebollas defectuosas

La cosecha de la cebolla fue de manera manual y la selección se realizó como se muestra en las Figuras 5.44 y 5.45.

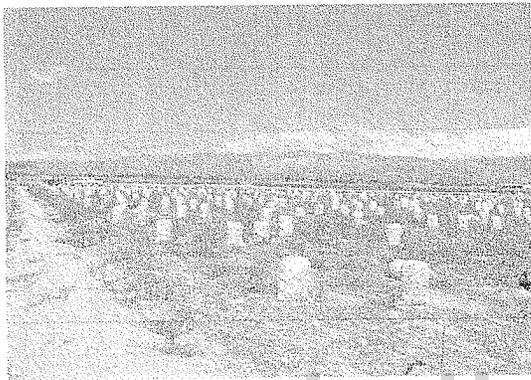


Figura 5.44. Proceso de cosecha y medición de rendimiento

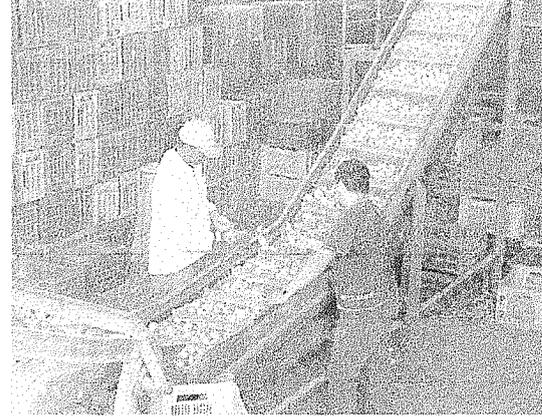


Figura 5.45. Proceso de selección de la cebolla.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO 6

### 6.1 CONCLUSIONES

- 1) El valor de la salinidad en el suelo, al inicio de la siembra fue de 6,5 dS/m. Dicho valor disminuyó cuando se establecieron los riegos y las láminas de lavado en conjunto con las precipitaciones y se mantuvo en un promedio de 3,5 dS/m. Finalizando el ciclo se incrementó a un valor de 4 dS/m. La causa podría estar asociada a la implementación de una práctica agronómica denominada “seca” donde los niveles del potencial mátrico crece cercano al punto de marchitez permanente.
- 2) La fertirrigación por riego localizado bajo la modalidad de cinta de goteo, tuvo poca influencia sobre la conductividad eléctrica del suelo; ya que las pequeñas dosis aplicadas diariamente no incrementaron los valores de salinidad que se tenían inicialmente.
- 3) Los promedios de la CE medida en los tratamientos tuvieron poca diferencias entre ellos, su desviación estándar fue menor que la unidad, no mostraron diferencia significativa entre la aplicación de la lámina de riego fraccionada en dos o tres veces al día y las distintas poblaciones evaluadas.
- 4) La mayoría de las sales se movieron hacia los drenajes superficiales y a los estratos más profundos, según el alcance de la humedad.
- 5) El uso frecuente del riego con agua de mediana calidad y las frecuentes lluvias mantuvieron la salinidad del suelo constante durante el ciclo del cultivo.
- 6) La evaporación tiene un papel muy importante en la salinidad del suelo, debido a que esta modificó el patrón de humedad y sales en el suelo.
- 7) Existe poca diferencia entre determinar la salinidad del suelo por extracto de pasta saturada y extracción de la solución de suelo. Aunque en la solución del suelo el pH es un poco mayor ya que es determinada en la propia solución del agua del suelo mientras que en la medición en la pasta siempre se subestima el valor de pH.
- 8) Comparando las cantidades de cationes y aniones determinadas bajo las muestras analizadas en extracto de pasta saturada y solución de suelo, la concentración de los iones en ésta última fue un poco mayor y por ello su conductividad eléctrica también fue mayor.
- 9) Los valores medios de salinidad encontrados en el agua de riego se debieron a la mezcla del agua extraída de pozo y el agua almacenada de lluvia. En la etapa final, la dilución

del agua de riego fue menor quedando el riego con el agua de pozo, es por ello el mayor valor de las características químicas del agua al final del ciclo.

- 10) Los rendimientos de la cebolla fueron 2,5 veces mayor a los obtenidos con el riego tradicional; esto se debe al manejo y operación del sistema en cuanto a la relación suelo agua y planta.
- 11) Se logró una bulbificación del 89% en las poblaciones de mayor densidad y un 93% en las de menor densidad. Al comparar estos resultados con los que se presentan en riego tradicional de un 84%, se puede inferir que la nutrición, la humedad en el suelo y control fitosanitario son aprovechados mejor en este sistema.
- 12) En cuanto a la producción total no se observa diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, en cuanto al tamaño de la cebolla, los tratamientos que correspondían a la mayor distancia entre plantas resultaron tener mayor porcentaje de cebollas grandes que los tratamientos de mayores densidades de plantas.
- 13) Las raíces de la cebolla se desarrollaron en el primer estrato (0 a 10 cm) manteniéndose una densidad de raíces mayor en el volumen húmedo que se forma en la cama de siembra a consecuencia de la localización del riego.
- 14) La distribución de la humedad en el suelo para las distintas etapas fenológicas fue uniforme y el comportamiento de éste bajo las condiciones de aplicación de agua fue adecuado. No se produjeron escurrimientos y cuando se aplicaron láminas de lavado, los mismos fueron muy escasos. Además, se logró una buena estabilidad de los agregados en superficie que se evidenció por la ausencia de grietas y costras en el suelo. Esto comprueba que si se maneja adecuadamente el riego, en lo referente a láminas y tiempos, es posible utilizar sistemas de aplicación más eficientes y con menores volúmenes de agua.
- 15) Los equipos de riego que se usaron para el ensayo no son los más idóneos sin embargo se adaptaron a el tipo de suelo y al cultivo pero, se recomienda un equipo con menor descarga y menor separación entre goteros.
- 16) Las practicas agronómicas preparación de terreno, método de siembra, manejo del riego, entre otras, pudieron mantener la estructura del suelo y controlar los procesos de contracción y expansión del suelo.
- 17) La absorción de nutrientes determinados en los análisis foliares estuvieron en los rangos normales de acuerdo a lo que establece la literatura. Los niveles de nitrógeno estuvieron próximos a 4%, mientras que el fósforo tiene un valor promedio de 0,55%, el potasio 4,2% y el calcio 1,1%. Cabe mencionar que los microelementos como el hierro, Fe, el cobre, Cu, y el manganeso, Mn, tuvieron un incremento importante en el análisis a los 40 DDT, para luego descender a valores más normales.

- 18) Durante algunas etapas de crecimiento las plantas se vieron afectadas por el ataque de enfermedades, lo que demuestra que la salinidad no es el único factor limitante del Valle de Quibor.
- 19) El modelo LEACHM predice en forma adecuada las condiciones de salinidad del suelo, bajo determinadas condiciones de manejo.
- 20) No se encontró una buena correlación de algunos de los cationes simulados con el modelo LEACHM, con respecto a los valores medidos en campo.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- 1) Se propone realizar estudios de tolerancia y toxicidad a las sales sobre los cultivos hortícolas y frutales más importantes de la zona; ya que se evidencia una adaptación del cultivo a niveles mayores de salinidad que los reportados por Mass-Hoffman.
- 2) Se recomienda no utilizar aguas cuyas calidades sean de  $CE > 3$  dS/m, esto por el riesgo que ofrece sobre la producción de los cultivos y la salinización de los suelos agrícolas así como por el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas someras.
- 3) Por otra parte, ante la inminente normativa sobre la producción integrada en cebolla se recomienda reducir el volumen de agua, disminuyendo las pérdidas y aumentando el aprovechamiento de superficie de siembra, aunado a un sistema adecuado de riego tecnificado.
- 4) Seguir evaluando la utilización del Modelo LEACHM para predecir el efecto negativo de la salinidad, haciendo énfasis en la concentración de los iones determinados en campo y los simulados por el modelo, debido a que estos no se correlacionan en su totalidad.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## BIBLIOGRAFÍA

Abreu T., Millar E, Choudhury E. y Choudhury M. 1980. Analise da producao de cebola sob diferentes regimenes de irrigacao. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 15. 233-236

Ayers, R.S. y Wescot, D. W. 1985. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage. Paper 29. Rev. I. Rome.

Battles Sales y Hurtado. 2002. Using CROPWAT, WATSUIT and PHREEQC models for sustainable management of irrigated crops. International Symposium on Sustainable Managements of Soil in Arid and Semiarid Regions. Murcia, Spain.

Blavia, F. Florido. J., 1973. Caracterización física y evaluación de las prácticas de riego y suelos de la Depresión del Quibor, Esatdo Lara. MOP.

Brito B., Juan J.1997. Requerimientos hídricos y manejo de salinidad del cultivo de cebolla *Allium cepa L.* en el Valle de Quibor. Estado Lara. CIDIAT-ULA. Mérida Venezuela.

Burbano, H., 1989. El suelo, una visión sobre sus componentes biorgánicos. Universidad de Nariño. Pasto.

Calvache U Marcelo. 1998 Manejo del agua en fertirrigación. En Memorias del seminario Internacional de Fertrrigación. INPOFOS. Ecuador.

Carrow R. N. y Duncan R. R. 1998. Salt affected turfgrass sites: Assessment and Management. Ann Arbon Press, Chelsea.

Clarke, D.; Smith, M. y El-Askari, K. 1998. Cropwat for windows. User guide. Version University of Southampton.U.K.

Casanova O., Eduardo F. 1996. Introducción a la Ciencia de Suelo. UCV. CDCHT. Caracas Venezuela

De Wit, C.T., 1993 Phylosophy and terminology. In P.A. leffelaar (ed). On systems analysis and simulation of ecological processes. Kluver Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.

Doorembos, J.; Pruitt, W.O.; Aboukhaled, A.; Damagnez, J. ; Dastame N.G.; Van Der Berg, C.; Rijtetema, P.E.; Ashford O.M.; Frere, M. y FAO. Field Staff. 1992. Crop water requirements. FAO. Irrigation and Drainage. N° 24. Rome.

Duchaufour, Ph. 1987. Manual de edafología. Ed Masson. S.A.

Eijkelkamp Agrisearch Equipment. 1999 EC-probe Set for Salinity Measurements. Glesbeek The Netherlands.

FAO 1973. Irrigation drainage and salinity. An international sources book FAO-UNESCO.

Feetter.C. W. 1994. Applied hydrogeology. 3a Edition. Prentice-Hall. New Jersey.

Fernández, Norberto. 1980. Evaluación del contenido y calidad de sales en riego por surcos. CIDIAT Mérida Venezuela.

Gabriel A. A., Prieto D. y Angueira C. 2003. Efecto de la fertilización y el riego sobre la lixiviación de Nitratos en Santiago del Estero. INTA EEA.

Gasperi, M. R. 1978. Estudio espacial del suelo sector sur oeste del Valle de Quibor Estado Lara FUDECO.

Grassi, Carlos J. 1998. Fundamentos del riego. Serie Riego y drenaje RD-38. CIDIAT Mérida Venezuela.

Genutchen MTh van. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of soil. Soil. Soc. Sci. Soc. Am. J. 40. 473-480.

Grattan S. R. 1993. Water quality guidelines for vegetable and row crops. In Drought tips N° 92-17

Guzmán P., J. 1997. El cultivo del Ajo y la cebolla. 2da edición. VE. ESPASANDES srl. Serie agrícola vegetal N° 9. Caracas Venezuela

Hanks R. J.y Ashcroft. G. L. 1980. Applied soil physics. Soil water and Temperature applications Springer-Verlag. Berlin.

Hernández B., José D. 2003. Determinación del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), en riego localizado, bajo la modalidad cinta de goteo, para pimentón (*Capsicum annum L.*) en el Valle de Quibor-estado- Lara. ULA-NURR.

Hochmuth G.J. 1992. Fertilizer Management for drip-irrigated vegetable in Florida. HortTechnology 2, 27-31.

Hoosbeek M. R. Amundson, R. G. y Bryant R. B. 2000. Pedological modelling. In Sumne, M. E. Ed Handbook of Soil Science. CRC Press. Boca Raton.

Hurtado S. D., y Batlle Sales D.J. 2003. Uso del modelo LECHM para la evaluación del riesgo de salinización en suelo bajo riego. Universitat de Valencia. Facultad de Ciencias Biológicas. España.

Hutson J. L. 2001. LEACHM. Computer program and documentation. Hutson J.L. Ed Australia.

Hutson J. L. y Wageman, R.J., 1992 LEACHM: Leaching Estimation and Chemistry Model: A process based model of water and solute movement transformations, plant uptake and chemical reactions in the saturated zone. Version 3. Research Series N° 92-3. Dept. of soil, crop and Atmospheric Sciences, Cornell University. Ithaca. New York.

Jaramillo J. D. 2002 Introducción de la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Medellín.

Kennedy J., W. J. Gentle. 1980. Statistical computing. New York. M. Dekker.

Khan P., Luis y Alexander Gil. 1998. Diseño agronómico de riego localizado de alta frecuencia. Memorias del seminario de fertirrigación organizado por la Sociedad Colombiana de la Ciencias del Suelo. Quito, Perú. Instituto de la Potasa y Fósforo.

Mmolawa K. y Or D. 2000. Water and solute dynamics under drip irrigated fields. Dissertation. Biol. and Irrig., Eng. Dept., Utah State Univ. Logan, UT. 211 p.

Natural Resource Institute. 1990. Onions in Tropical regions. Boletín N° 35. Lesley C, Felicity J., Published by NRI.

Navarro G, M. 2002. Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. Mexico

Perez M. J., Schargel R., Gómez J. M. y Ohep C. Estudio semidetallado de suelos a nivel de series del Valle de Quibor. UCLA-SHYQCA. Barquisimeto Venezuela.

Pizarro C. F. 1990 Riego localizado de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. 2da. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J.; López Acevedo, M. y Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2da edición. Mundi Prensa. Madrid.

Rc Tincknell, J y López Ritas. 1961. Estudio de los suelos venezolanos con fines de diagnóstico. Fundación Shell.

Rhoades, J. D. y Van Shilfgaarde, J. V. 1976. An electrical conductivity probe for determining soil salinity. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 40, 647-651.

Roy J. W., Parkin G. W. y Wagner R. C. 2000. Water flow in unsaturated soil below turfgrass. Observations and LEACHM (within EXPRES) Predictions. Soil Sci Soc Am I 64-93.

Sánchez P. A. 1999. Suelos del trópico: características y manejo. 1 era Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura(IICA). Costa Rica

Saxton, K. E., Rauls, W. J.; Romberger, J. S. y Papendick, R. I. 1986. Estimating generalized soil water characteristic from texture. Soil. Sci. Soc. Am. J. 50(4) 1031-1036.

Shainberg I. y Rodríguez O.. 1993. Reporte sobre la guía de estudio al Valle de Quibor.

Shleiff U. 1986. Water uptake by barley roots as affected by the osmotic and matric potential in the rhizosphere. Plant Soil 94. 143-146.

SHYQ C.A. y CIDIAT. 2003. Evaluación de un de riego localizado modalidad cinta de goteo en el cultivo de pimentón. Mérida Venezuela.

Slfarm. 2004. Guía Salinidad de suelos y aguas. <http://www.slhfarm.com/salinidad.html>

Solórzano P, Pedro R., (2003). Fertirrigación de soluciones Nutritivas para los cultivos. Agroisleña C.A.

Szabolcs, I. 1980. Saline and alkali soils- commonalities and differences. In Internacional Symposium on salt Affected soil. Karnal. P 1-6.

Van Gentchen M.Th. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of soil. Soil Sci Soc Am J. 40-473-480.

Van Hoorn J.W. 1980. The calibration of four-electrode soil conductivity measurement for determinig soil salinity. Reprintede from Inter Symp. Salt-Affected Soil. Karnal. India. P 148-156.

Villafañe R. 1995. Detección de suelos afectados por sales en áreas bajo riego de los estados Portuguesa, Barinas y Lara. Venezuela, UCV. Maracay. Agronomía Tropical. 45(3): 457-472.

Zinck, A y Suárez C. 1970. Condiciones de salinidad y alcalinidad en la depresión de Quibor, estado Lara. I reunión nacional de la ciencia del suelo.

*APÉNDICE*

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*APÉNDICE A*

---

**TABLAS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**TABLA A-1. ESTACION METEOROLOGICA EXPERIMENTAL QUIBOR  
CIDIAT ULA**

**PRECIPITACION (mm)**

<b>DIAS</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00
5	0,00	0,00	6,92	6,23	14,41	0,00
6	0,00	2,31	0,00	4,74	6,70	3,22
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87
8	0,00	0,00	6,00	1,81	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,32	0,96	0,00	0,00
10	0,30	0,00	1,10	13,63	0,40	0,00
11	2,20	37,55	0,00	0,00	0,49	1,55
12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	6,63
13	0,00	0,00	10,83	1,04	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	4,37	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	5,98
17	0,00	0,00	9,63	0,00	1,23	0,00
18	0,00	3,20	20,93	0,14	0,00	2,14
19	0,00	0,60	0,00	1,53	0,00	0,00
20	0,00	1,28	5,35	0,00	0,00	0,61
21	0,00	4,30	34,44	3,54	0,77	0,95
22	0,00	0,13	8,07	0,00	0,54	6,83
23	0,00	70,00	0,00	3,06	0,00	0,00
24	0,00	12,65	2,16	2,94	0,00	0,00
25	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	1,12	2,75	2,96	1,50	0,00
28	0,00	0,00	4,81	0,00	0,00	0,37
29	0,00	0,00	2,24	0,17	0,00	0,00
30	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00		1,40		0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>3,2</b>	<b>135,9</b>	<b>117,0</b>	<b>48,5</b>	<b>29,0</b>	<b>29,2</b>
<b>PROM</b>	<b>0,1</b>	<b>4,5</b>	<b>3,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>
<b>MAXIMA</b>	<b>2,2</b>	<b>70,0</b>	<b>34,4</b>	<b>13,6</b>	<b>14,4</b>	<b>6,8</b>
<b>MINIMA</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**TABLA A-2. ESTACION METEOROLOGICA EXPERIMENTAL QUIBOR  
CIDIAT ULA**

**EVAPORACION (mm)**

<b>DIAS</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>
1	0,0	2,2	6,0	5,0	6,0	9,0
2	0,0	4,0	5,0	2,6	8,0	6,0
3	0,0	5,0	4,0	5,7	7,0	8,0
4	8,0	4,0	3,9	5,2	4,4	8,0
5	7,0	1,3	5,0	5,7	5,7	5,2
6	7,0	7,0	7,0	6,0	4,0	6,9
7	10,0	7,0	10,0	4,8	7,0	4,0
8	7,0	7,0	0,3	5,0	4,0	6,0
9	7,3	6,0	2,1	1,6	7,4	8,0
10	6,2	10,6	6,0	8,0	7,5	7,6
11	9,0	3,0	8,0	6,0	6,8	5,6
12	7,0	6,0	4,8	4,0	6,0	7,0
13	9,0	5,0	3,0	3,4	9,0	10,0
14	8,0	4,0	6,0	8,0	7,0	7,0
15	9,0	3,0	5,0	4,0	5,2	8,0
16	6,0	5,0	4,6	5,0	3,2	4,0
17	9,0	7,2	4,9	5,1	5,0	5,1
18	9,0	2,6	5,0	6,5	6,0	4,0
19	7,0	4,3	4,4	4,0	7,0	5,6
20	7,0	x	3,4	6,5	3,8	8,0
21	7,0	4,1	5,1	5,0	3,5	1,8
22	5,0	x	5,0	6,1	8,0	7,0
23	6,0	2,7	4,2	1,9	10,0	6,0
24	7,0	2,5	4,0	8,0	6,0	9,0
25	6,0	5,1	4,0	6,0	8,0	6,0
26	6,0	6,1	3,8	9,0	1,5	6,0
27	5,0	5,0	5,8	6,0	7,0	7,4
28	4,0	6,0	2,2	6,2	8,0	7,0
29	3,7	7,0	5,0	9,0	5,0	6,0
30	5,0	5,0	5,4	7,0	8,0	5,0
31	3,0		5,0		9,0	7,0
<b>TOTAL</b>	<b>190,2</b>	<b>137,6</b>	<b>148,0</b>	<b>166,5</b>	<b>194,0</b>	<b>201,2</b>
<b>PROM</b>	<b>6,1</b>	<b>4,9</b>	<b>4,8</b>	<b>5,5</b>	<b>6,3</b>	<b>6,5</b>
<b>MAXIMA</b>	<b>10,0</b>	<b>10,6</b>	<b>10,0</b>	<b>9,0</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>
<b>MINIMA</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>

**TABLA A-3. ESTACION METEOROLOGICA EXPERIMENTAL QUIBOR  
CIDIAT ULA**

**VELOCIDAD DEL VIENTO Km h<sup>-1</sup>**

<b>DIAS</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>
1	-	3,83	11,81	6,47	7,99	8,78
2	-	5,10	12,73	7,43	9,31	7,79
3	-	6,15	10,70	6,78	8,91	8,04
4	8,13	5,29	6,99	9,70	7,16	10,36
5	8,25	4,05	6,20	9,02	6,77	8,99
6	7,34	6,15	8,10	7,08	5,99	7,65
7	7,63	6,74	9,60	8,67	6,11	8,56
8	6,75	6,17	8,17	6,72	8,09	11,34
9	7,74	7,07	6,59	5,09	9,41	10,32
10	7,33	5,68	12,25	7,61	10,58	11,75
11	7,77	4,28	12,25	10,23	8,05	8,62
12	7,97	7,09	11,91	6,83	8,16	9,07
13	7,95	6,76	7,02	6,04	10,23	10,60
14	7,92	4,89	8,73	9,15	8,33	10,50
15	8,82	3,80	9,99	7,69	9,11	9,50
16	8,13	5,79	8,84	7,44	7,16	7,76
17	8,75	6,52	6,51	7,80	9,57	8,75
18	7,54	5,30	6,67	8,83	8,35	6,78
19	7,46	4,77	6,75	7,70	7,91	7,29
20	7,29	3,51	3,58	7,34	6,63	10,92
21	6,64	6,90	5,98	8,21	9,39	6,10
22	6,52	6,40	6,03	9,09	7,79	8,50
23	6,72	4,60	4,93	6,02	7,85	7,83
24	8,14	5,20	4,38	9,55	7,13	8,35
25	5,70	7,12	4,98	9,92	7,55	8,58
26	6,81	7,86	5,55	9,46	3,87	9,33
27	5,26	7,11	6,22	7,94	10,44	8,73
28	4,84	10,87	6,85	11,26	8,33	5,98
29	3,97	12,69	6,61	9,56	8,20	8,78
30	4,24	12,47	9,53	7,62	13,04	7,48
31	4,02		9,54		11,23	8,20
<b>TOTAL</b>	<b>195,62</b>	<b>190,15</b>	<b>245,97</b>	<b>242,26</b>	<b>258,64</b>	<b>271,23</b>
<b>PROM</b>	<b>6,99</b>	<b>6,34</b>	<b>7,93</b>	<b>8,08</b>	<b>8,34</b>	<b>8,75</b>
<b>MAXIMO</b>	<b>8,82</b>	<b>12,69</b>	<b>12,25</b>	<b>11,26</b>	<b>13,04</b>	<b>11,75</b>
<b>MINIMO</b>	<b>3,97</b>	<b>3,51</b>	<b>3,58</b>	<b>5,09</b>	<b>3,87</b>	<b>5,98</b>

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*APÉNDICE B*

---

**TABLAS DE PROTECCIÓN VEGETAL**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

TABLA B-1. PROTECCIÓN VEGETAL

Fecha	Sem. Nro	DDT	Fungicidas														
			Domark 10EC (l)	Tairel M 8-65 (Kg)	Funcloraz 40 CE (l)	Onix (l)	Taspa (Lts)	Funlate wp. (Kg)	Curacarb 50WP (Kg)	Dithane M-45 (Kg)	Baronet 80 WP (Kg)	Vondozed 80 PM (Kg)	Curazin PM (Kg)	Curathane PM (Kg)	Propizole 250 EC (l)	Agri-fos 400 (l)	Amistar (g)
26/04/2004		12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29/04/2004	3	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/05/2004		30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18/05/2004		34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21/05/2004		37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24/05/2004		40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27/05/2004	7	43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31/05/2004		47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/06/2004	8	50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07/06/2004		54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	200,00
11/06/2004		58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
14/06/2004		61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17/06/2004	10	64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21/06/2004		68	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23/06/2004		70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24/06/2004	11	71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	200,00
26/06/2004		73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	2,00	0,00
28/06/2004		75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00
30/06/2004		77	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01/07/2004	12	78	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/07/2004		79	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05/07/2004		82	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00
08/07/2004	13	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	3,00	0,00
10/07/2004		87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/07/2004		88	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/07/2004		89	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15/07/2004	14	92	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17/07/2004		94	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
20/07/2004		97	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
22/07/2004	15	99	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
23/07/2004		100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
25/07/2004		102	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
29/07/2004	16	106	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/08/2004		114	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/2004	18	120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/08/2004		121	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			2,00	6,00	4,00	1,00	2,00	7,00	19,00	8,00	2,00	2,00	32,00	2,00	2,00	25,00	400,00

TABLA B-2. PROTECCIÓN VEGETAL

Fecha	Sem. Nro	DDT	Bactericidas					Insecticidas				Coadyubantes		Herbicidas		
			Kasumin (l)	Cobrex PM (Kg)	Kocide 2000 GD (Kg)	Champion WP (Kg)	Cobrethane PM (Kg)	Premier 75 PM (gr)	Sunfire SC. (l)	Tracer 120 SC (l)	Unico (g)	Surfatrón (l)	Surfactante Plus (l)	Koltar 2EC (l)	Zulu 900 EC (l)	Hache uno 2000 (l)
26/04/2004		12	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	1,50	0,50
29/04/2004	3	15	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	100,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/05/2004		30	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	100,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
18/05/2004		34	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
21/05/2004		37	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24/05/2004		40	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	100,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27/05/2004	7	43	3,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31/05/2004		47	2,00	0,00	2,50	0,00	0,00	100,00	0,24	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/06/2004	8	50	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07/06/2004		54	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	100,00	0,00	0,50	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
11/06/2004		58	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/06/2004		61	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17/06/2004	10	64	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21/06/2004		68	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23/06/2004		70	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
24/06/2004	11	71	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/06/2004		73	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28/06/2004		75	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30/06/2004		77	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01/07/2004	12	78	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/07/2004		79	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	200,00	0,00	0,50	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
05/07/2004		82	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08/07/2004	13	85	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/07/2004		87	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/07/2004		88	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/07/2004		89	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15/07/2004	14	92	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17/07/2004		94	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20/07/2004		97	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22/07/2004	15	99	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23/07/2004		100	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25/07/2004		102	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29/07/2004	16	106	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
06/08/2004		114	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/08/2004	18	120	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/08/2004		121	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			13,00	8,00	55,50	4,00	7,00	1100,00	1,10	4,75	100,00	9,00	10,00	0,14	1,50	0,50

*APÉNDICE C*

**SEGUIMIENTO DEL MOVIMIENTO DE LAS SALES DIARIA SOBRE LA CAMA DE  
SIEMBRA. R1T1**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

TABLA C-1. SEGUIMIENTO DEL MOVIMIENTO DE LAS SALES DIARIA SOBRE LA CAMA DE SIEMBRA. RIT1

CE e dS m-l En extracto de pasta saturada

La primera evaluación fue desde el 10/06/04 al 15/06/04, la segunda desde el 03/07 al 20/07/04 y la última desde el 26/07 al 11/08/04

CE e dS m-l		S izq.		B izq.		G izq.		H izq.		G Cen		H der.		G der.		B der.		S izq	
Fecha	DDT	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
10/06/2004	57	4,76	4,95	3,78	3,70	3,89	4,01	4,65	4,69	4,20	4,42	4,12	3,36	4,12	3,47	4,16	3,25	4,69	3,17
11/06/2004	58	4,31	3,63	3,63	3,74	3,70	3,85	3,70	4,84	3,06	3,21	3,51	3,97	3,97	3,29	3,66	3,51	3,10	3,55
12/06/2004	59	3,47	3,74	3,74	3,82	3,10	2,79	3,51	2,83	3,93	3,10	3,66	3,25	3,59	3,13	3,66	3,44	3,55	3,85
13/06/2004	60	3,47	3,21	2,98	3,78	3,82	3,70	4,08	4,12	4,12	4,31	4,27	3,85	4,04	3,97	3,21	3,55	3,29	3,10
14/06/2004	61	4,42	4,38	3,25	3,29	3,06	3,21	3,29	2,87	3,93	5,14	4,35	4,54	3,78	3,78	3,85	3,97	3,70	2,83
15/06/2004	62	3,70	3,10	3,25	3,63	3,06	3,44	3,97	4,57	3,32	3,66	3,55	3,93	3,82	3,44	3,78	3,47	4,23	2,64
03/07/2004	80	4,08	4,27	2,68	3,51	3,74	3,97	3,47	4,12	3,66	4,12	3,47	3,63	4,16	3,44	3,70	3,25	3,47	4,20
04/07/2004	81	3,36	3,32	2,72	3,06	3,21	2,79	3,74	3,51	3,59	3,89	3,85	3,93	3,10	3,02	3,74	3,93	3,70	3,59
05/07/2004	82	3,78	3,55	2,38	2,64	2,98	3,17	4,92	4,04	3,36	3,25	3,74	3,47	3,44	3,51	3,21	2,91	4,80	3,51
06/07/2004	83	4,27	3,17	3,70	3,36	4,46	3,51	4,50	4,38	4,23	3,89	4,69	4,76	3,93	3,63	4,20	4,27	4,23	3,78
07/07/2004	84	4,12	3,17	2,15	2,53	2,49	3,06	3,89	3,66	3,85	3,66	4,08	3,93	3,13	3,13	2,91	2,83	2,91	3,55
08/07/2004	85	3,55	3,17	2,64	3,51	2,91	3,97	4,23	4,31	3,32	2,98	3,74	3,74	3,51	3,10	2,45	3,40	2,98	2,87
09/07/2004	86	4,35	4,08	4,20	3,55	2,83	3,89	3,44	3,47	3,82	3,78	3,44	3,44	4,35	3,51	4,20	2,87	3,66	3,21
13/07/2004	90	2,83	3,10	2,79	3,25	3,06	3,13	4,01	3,25	2,94	3,51	2,87	2,91	2,91	2,75	2,57	2,41	2,60	2,91
14/07/2004	91	3,06	3,70	2,79	3,21	2,94	3,44	3,78	3,74	3,89	3,78	3,78	3,36	2,64	2,83	1,96	3,02	2,57	3,32
19/07/2004	96	2,57	3,74	2,57	3,44	2,30	2,94	2,68	3,13	2,83	3,17	2,94	3,78	2,00	2,98	2,11	2,53	3,40	3,51
20/07/2004	98	3,40	3,36	3,59	3,51	3,10	3,74	3,74	3,55	3,70	3,44	3,44	3,47	2,91	2,68	2,15	2,49	2,03	2,60
26/07/2004	103	3,02	3,21	3,13	3,63	2,94	3,74	3,02	3,51	2,75	3,63	3,85	4,23	2,57	3,06	2,49	2,87	2,72	2,91
27/07/2004	104	2,94	2,98	2,38	2,83	3,02	3,51	3,13	3,40	3,25	3,47	2,79	3,17	2,26	2,45	2,19	2,41	3,29	2,22
28/07/2004	105	3,13	3,66	3,13	3,51	3,44	3,74	3,32	3,97	2,79	3,51	3,47	3,36	2,98	2,83	2,15	2,38	2,34	3,66
29/07/2004	106	3,63	3,29	3,10	3,29	3,36	3,32	2,79	3,74	2,94	3,66	3,47	3,59	2,98	2,79	2,34	2,53	2,49	3,78
03/08/2004	111	2,79	3,59	2,83	3,55	2,60	3,10	2,91	3,55	2,98	3,47	3,17	3,47	2,34	2,83	2,53	2,79	3,55	2,60
06/08/2004	114	3,21	3,21	3,10	3,10	2,64	3,66	3,47	3,55	3,13	4,01	3,40	4,08	2,49	3,25	2,60	3,25	3,02	3,32
11/08/2004	119	2,57	3,17	2,00	2,38	2,26	2,72	2,83	3,13	2,57	3,40	3,10	3,10	2,34	3,17	3,36	2,53	2,22	2,26

TABLAC-2. SEGUIMIENTO DEL MOVIMIENTO DE LAS SALES DIARIA SOBRE LA CAMA DE SIEMBRA. RITI

CE s dS m-1 En solución 1:2

Fecha	DDT	S izq.		B izq.		G izq.		H izq.		G Cen		H der.		G der.		B der.		S izq	
		0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
10/06/2004	57	2,44	2,53	1,96	1,92	2,01	2,07	2,38	2,40	2,16	2,27	2,12	1,75	2,12	1,81	2,14	1,70	2,40	1,66
11/06/2004	58	2,22	1,88	1,88	1,94	1,92	1,99	1,92	2,48	1,60	1,68	1,83	2,05	2,05	1,71	1,90	1,83	1,62	1,84
12/06/2004	59	1,81	1,94	1,94	1,97	1,62	1,47	1,83	1,49	2,03	1,62	1,90	1,70	1,86	1,64	1,90	1,79	1,84	1,99
13/06/2004	60	1,81	1,68	1,56	1,96	1,97	1,92	2,10	2,12	2,12	2,22	2,20	1,99	2,09	2,05	1,68	1,84	1,71	1,62
14/06/2004	61	2,27	2,25	1,70	1,71	1,60	1,68	1,71	1,51	2,03	2,63	2,23	2,33	1,96	1,96	1,99	2,05	1,92	1,49
15/06/2004	62	1,92	1,62	1,70	1,88	1,60	1,79	2,05	2,35	1,73	1,90	1,84	2,03	1,97	1,79	1,96	1,81	2,18	1,40
03/07/2004	80	2,10	2,20	1,42	1,83	1,94	2,05	1,81	2,12	1,90	2,12	1,81	1,88	2,14	1,79	1,92	1,70	1,81	2,16
04/07/2004	81	1,75	1,73	1,43	1,60	1,68	1,47	1,94	1,83	1,86	2,01	1,99	2,03	1,62	1,58	1,94	2,03	1,92	1,86
05/07/2004	82	1,96	1,84	1,27	1,40	1,56	1,66	2,51	2,09	1,75	1,70	1,94	1,81	1,79	1,83	1,68	1,53	2,46	1,83
06/07/2004	83	2,20	1,66	1,92	1,75	2,29	1,83	2,31	2,25	2,18	2,01	2,40	2,44	2,03	1,88	2,16	2,20	2,18	1,96
07/07/2004	84	2,12	1,66	1,16	1,34	1,32	1,60	2,01	1,90	1,99	1,90	2,10	2,03	1,64	1,64	1,53	1,49	1,53	1,84
08/07/2004	85	1,84	1,66	1,40	1,83	1,53	2,05	2,18	2,22	1,73	1,56	1,94	1,94	1,83	1,62	1,30	1,77	1,56	1,51
09/07/2004	86	2,23	2,10	2,16	1,84	1,49	2,01	1,79	1,81	1,97	1,96	1,79	1,79	2,23	1,83	2,16	1,51	1,90	1,68
13/07/2004	90	1,49	1,62	1,47	1,70	1,60	1,64	2,07	1,70	1,55	1,83	1,51	1,53	1,53	1,45	1,36	1,29	1,38	1,53
14/07/2004	91	1,60	1,92	1,47	1,68	1,55	1,79	1,96	1,94	2,01	1,96	1,96	1,75	1,40	1,49	1,06	1,58	1,36	1,73
19/07/2004	96	1,36	1,94	1,36	1,79	1,23	1,55	1,42	1,64	1,49	1,66	1,55	1,96	1,08	1,56	1,14	1,34	1,77	1,83
20/07/2004	98	1,77	1,75	1,86	1,83	1,62	1,94	1,94	1,84	1,92	1,79	1,79	1,81	1,53	1,42	1,16	1,32	1,10	1,38
26/07/2004	103	1,58	1,68	1,64	1,88	1,55	1,94	1,58	1,83	1,45	1,88	1,99	2,18	1,36	1,60	1,32	1,51	1,43	1,53
27/07/2004	104	1,55	1,56	1,27	1,49	1,58	1,83	1,64	1,77	1,70	1,81	1,47	1,66	1,21	1,30	1,17	1,29	1,714	1,193
28/07/2004	105	1,64	1,90	1,64	1,83	1,79	1,94	1,73	2,05	1,47	1,83	1,81	1,75	1,56	1,49	1,16	1,27	1,25	1,90
29/07/2004	106	1,88	1,71	1,62	1,71	1,75	1,73	1,47	1,94	1,55	1,90	1,81	1,86	1,56	1,47	1,25	1,34	1,32	1,96
03/08/2004	111	1,47	1,86	1,49	1,84	1,38	1,62	1,53	1,84	1,56	1,81	1,66	1,81	1,25	1,49	1,34	1,47	1,84	1,38
06/08/2004	114	1,68	1,68	1,62	1,62	1,40	1,90	1,81	1,84	1,64	2,07	1,77	2,10	1,32	1,70	1,38	1,70	1,58	1,73
11/08/2004	119	1,36	1,66	1,08	1,27	1,21	1,43	1,49	1,64	1,36	1,77	1,62	1,62	1,25	1,66	1,75	1,34	1,19	1,21

TABLA C-3. SEGUIMIENTO DEL DIARIA DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD SOBRE LA CAMA DE SIEMBRA. R1T1

Fecha	DDT	S izq.		B izq.		G izq.		H izq.		G Cen		H der.		G der.		B der.		S izq.	
		0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
10/06/2004	57	21,63	24,68	23,70	22,57	27,19	25,14	26,74	25,49	29,58	25,58	30,61	27,23	33,41	31,52	26,73	26,63	20,07	26,91
11/06/2004	58	24,72	29,37	24,69	23,45	24,60	24,93	25,44	26,33	25,66	26,79	25,07	26,44	26,22	23,29	24,06	22,49	21,78	21,23
12/06/2004	59	28,98	23,99	26,29	23,23	31,33	24,05	29,08	21,30	34,64	29,80	33,89	28,02	29,88	31,07	32,76	23,79	27,23	18,76
13/06/2004	60	23,99	22,82	29,51	22,52	29,00	22,46	26,33	24,76	26,96	25,07	28,22	25,21	32,21	26,43	31,25	26,49	18,82	24,67
14/06/2004	61	24,23	27,70	22,39	37,87	24,77	26,41	24,95	27,22	27,70	30,03	26,84	41,42	29,73	30,55	24,46	28,54	21,66	24,95
15/06/2004	62	19,31	24,63	22,50	23,58	20,71	23,26	23,20	23,10	25,44	24,20	23,82	25,77	27,05	26,52	19,95	25,12	17,42	24,52
03/07/2004	80	20,48	20,18	22,39	21,88	28,96	25,24	31,40	26,36	27,72	23,13	26,42	26,61	26,83	26,04	26,00	22,15	24,34	20,22
04/07/2004	81	21,35	20,05	23,26	23,06	25,70	22,35	27,94	26,07	27,63	26,10	28,08	26,92	29,89	24,39	25,36	24,59	27,60	22,39
05/07/2004	82	24,69	20,16	21,20	18,62	25,10	22,68	29,95	24,50	26,36	20,68	30,77	22,40	29,36	23,72	28,08	21,54	23,26	19,78
06/07/2004	83	25,39	24,05	26,32	26,57	28,75	26,16	29,72	25,70	34,12	26,64	28,08	27,12	25,81	24,49	28,44	23,01	21,90	20,58
07/07/2004	84	18,11	18,32	19,31	17,51	24,27	20,87	28,02	24,12	28,90	22,99	26,92	24,44	27,63	24,04	23,76	22,15	20,58	19,67
08/07/2004	85	24,90	21,48	18,62	20,48	24,57	23,42	25,95	23,06	29,23	22,09	23,76	29,82	28,87	25,00	21,65	21,83	18,14	15,82
09/07/2004	86	21,58	24,71	18,58	23,34	18,69	25,74	20,66	23,68	22,96	25,90	28,30	23,48	25,05	22,39	28,40	20,95	25,34	19,61
13/07/2004	90	21,78	20,58	20,91	21,08	20,45	19,78	24,29	21,47	21,32	24,12	25,49	23,20	24,12	23,61	22,33	21,14	21,87	19,27
14/07/2004	91	22,22	21,82	23,40	22,64	25,00	25,00	28,00	24,07	28,00	26,53	28,26	26,53	24,44	22,92	20,51	20,75	15,91	17,07
19/07/2004	96	19,18	17,86	20,58	20,59	22,11	24,00	26,22	23,26	25,54	21,96	22,64	24,48	23,68	22,47	21,45	19,61	19,49	21,98
20/07/2004	98	25,00	20,41	26,42	25,00	28,07	25,53	30,36	24,53	28,30	23,64	26,92	26,00	25,00	20,69	22,22	21,05	14,29	19,44
26/07/2004	103	23,08	23,26	24,07	22,92	29,09	25,53	25,53	28,26	26,92	24,53	24,44	24,56	25,93	26,32	20,41	22,64	22,00	25,00
27/07/2004	104	20,53	19,31	21,93	20,11	25,08	21,78	25,29	23,58	27,03	22,36	22,45	22,12	23,26	23,48	20,24	22,99	16,56	18,87
28/07/2004	105	21,05	22,00	23,26	23,40	25,93	24,14	25,45	24,44	28,89	27,45	24,00	24,53	25,00	22,45	21,74	19,23	16,67	18,00
29/07/2004	106	20,83	21,67	26,00	22,22	27,91	28,81	26,00	26,42	26,00	25,49	23,91	24,00	26,53	22,64	21,74	19,05	15,79	18,18
03/08/2004	111	18,57	19,51	21,28	18,52	25,58	23,81	23,64	22,73	22,43	20,93	21,15	22,64	24,56	21,28	22,73	20,00	20,00	19,61
06/08/2004	114	19,51	19,51	24,53	24,00	28,00	27,78	27,08	28,00	29,53	30,61	25,53	29,63	26,53	27,91	20,37	20,00	18,92	19,05
11/08/2004	119	13,33	17,74	17,95	18,60	22,06	22,50	21,74	24,53	23,81	27,27	22,73	23,40	21,57	22,22	20,00	19,23	18,75	18,52

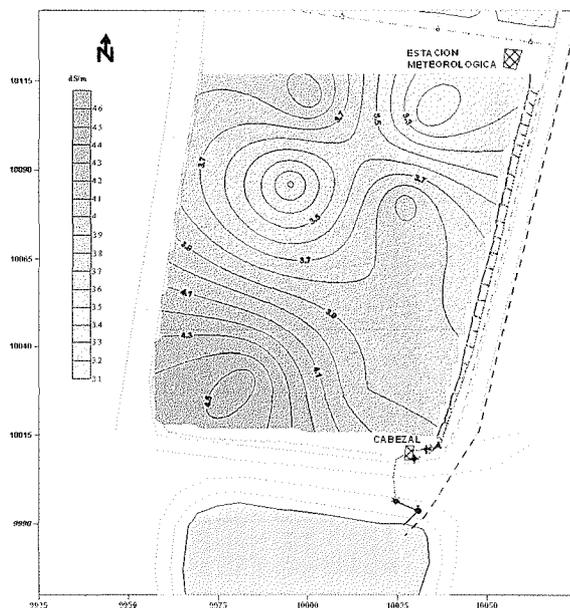
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*APÉNDICE D*

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

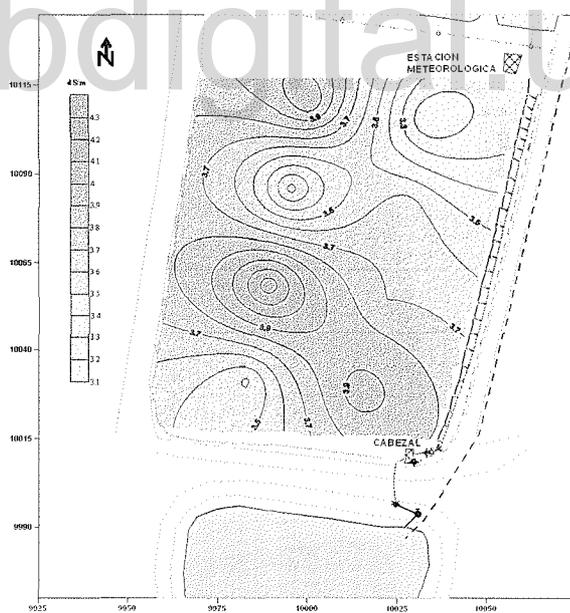
**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

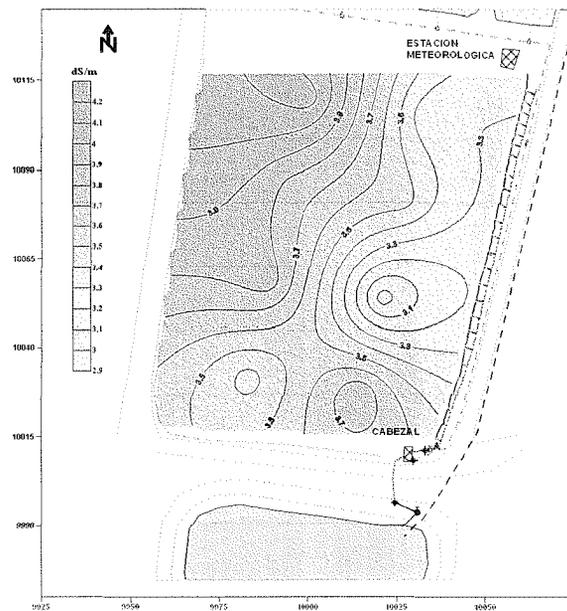


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 28 DDT (12/05/2004)

www.bdigitalula.ve

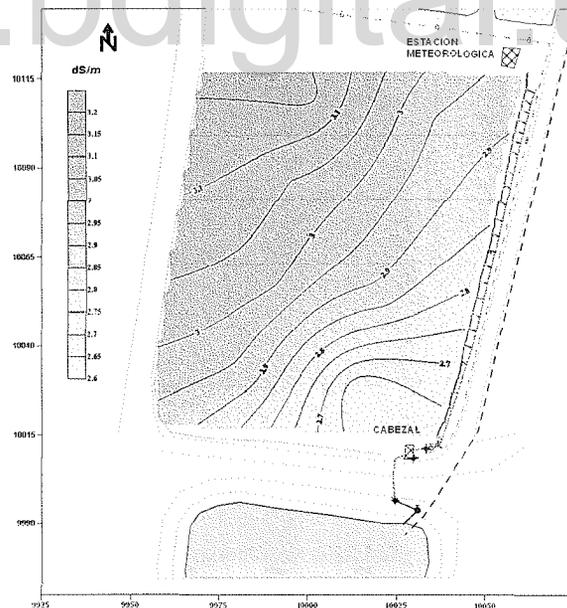


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 47 DDT (31/05/2004)

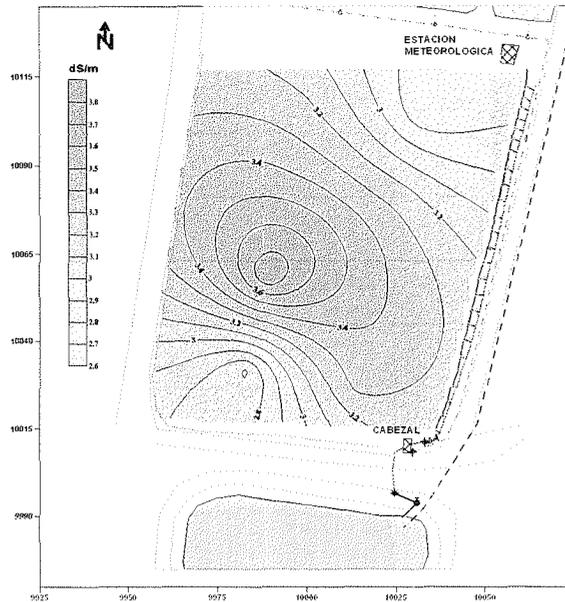


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 62 DDT (15/06/2004)

www.bdigital.ula.ve

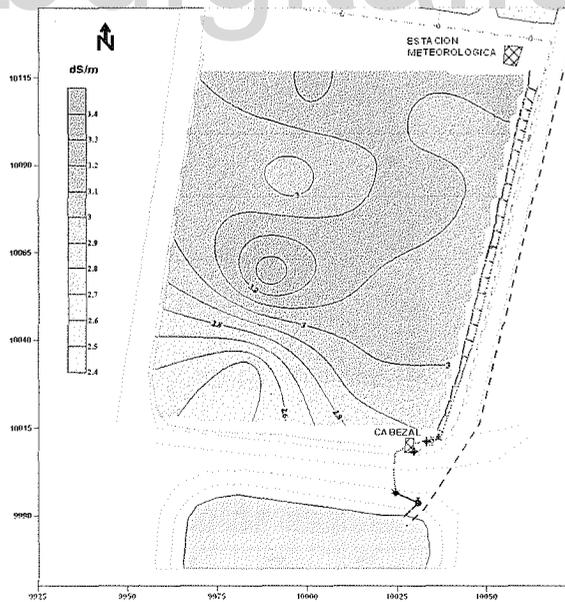


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 78 DDT (01/07/2004)

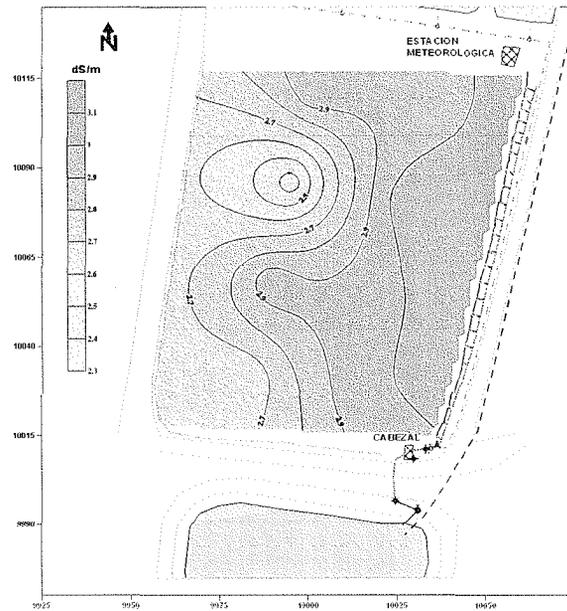


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 92 DDT  
(15/07/2004)

www.bdigital.ula.ve

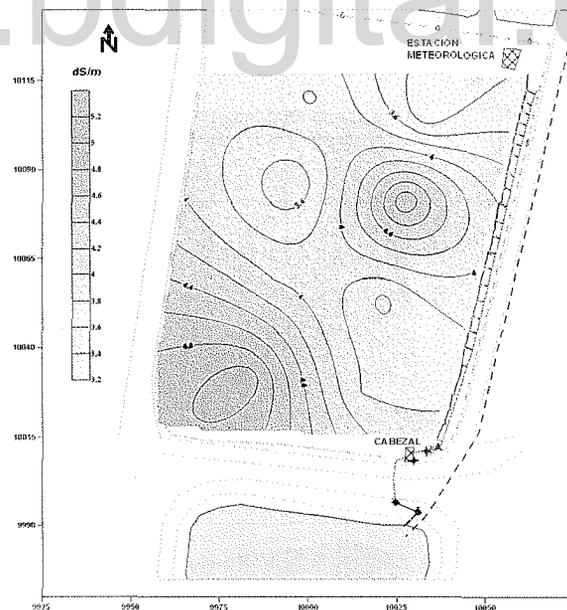


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 108 DDT  
(31/07/2004)

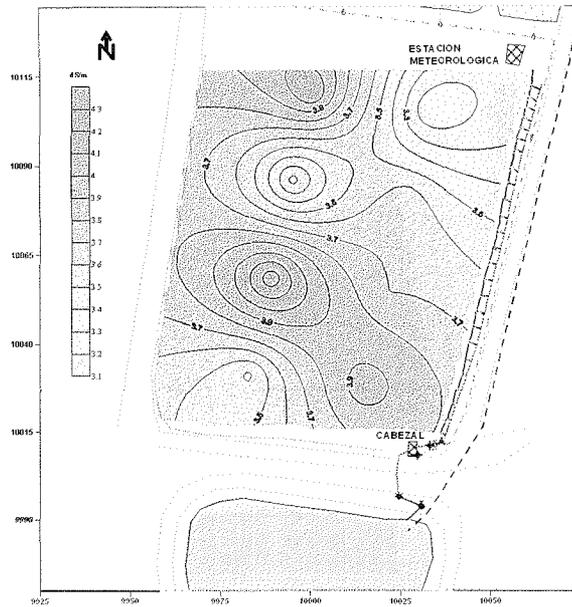


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 121 DDT (13/08/2004)

www.bdigital.ula.ve

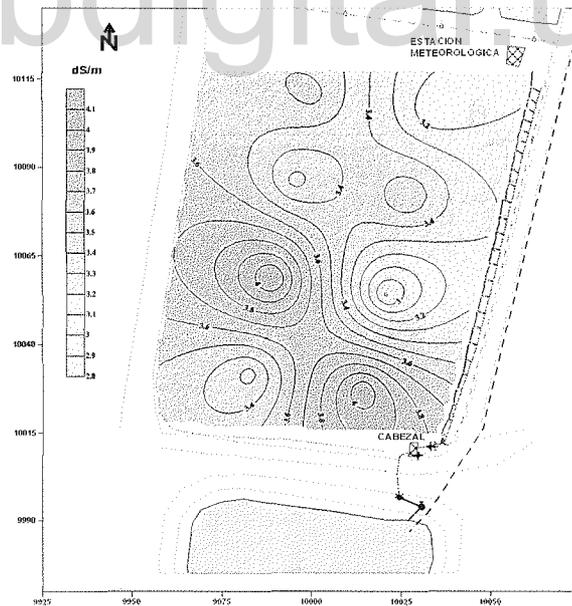


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 28 DDT (12/05/2004)

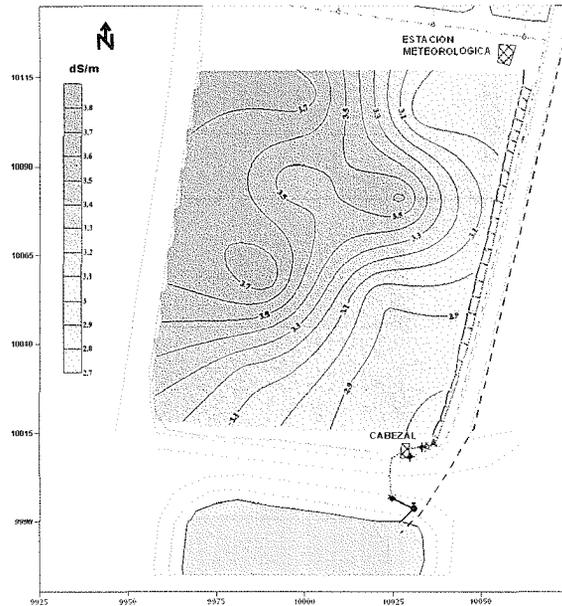


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 47 DDT (31/05/2004)

www.bdigital.ula.ve

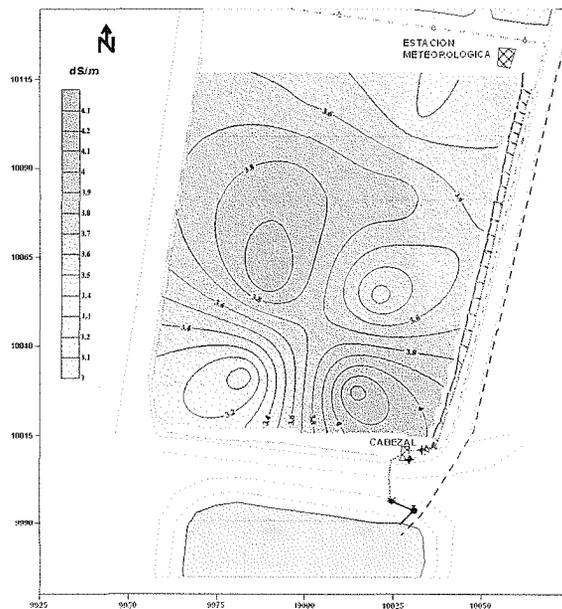


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 62 DDT (15/06/2004)

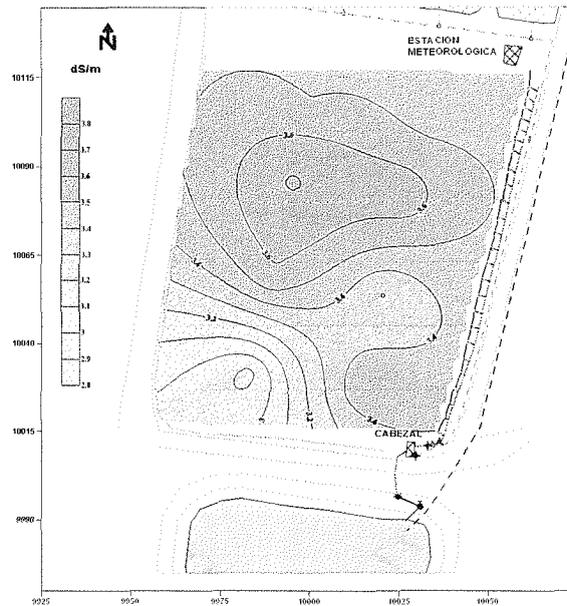


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 78 DDT (01/07/2004)

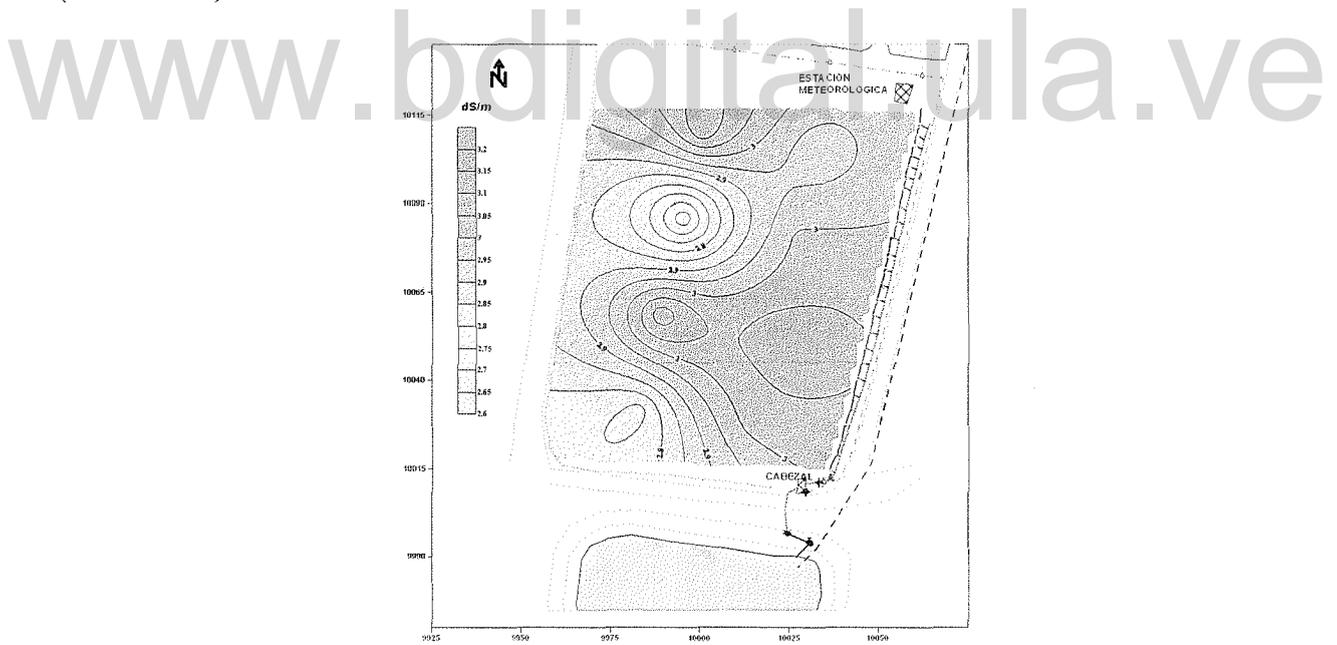
www.bdigital.ula.ve



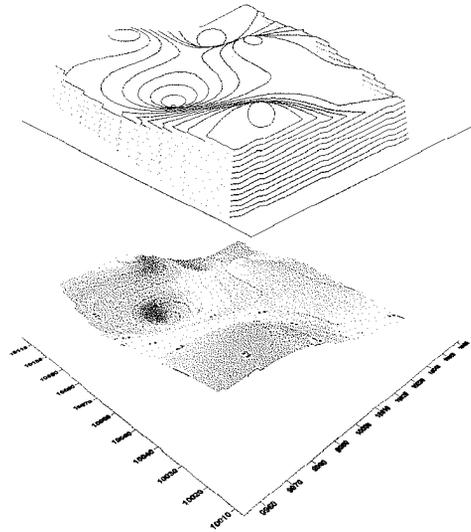
Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 92 DDT (15/07/2004)



Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 108 DDT (31/07/2004)

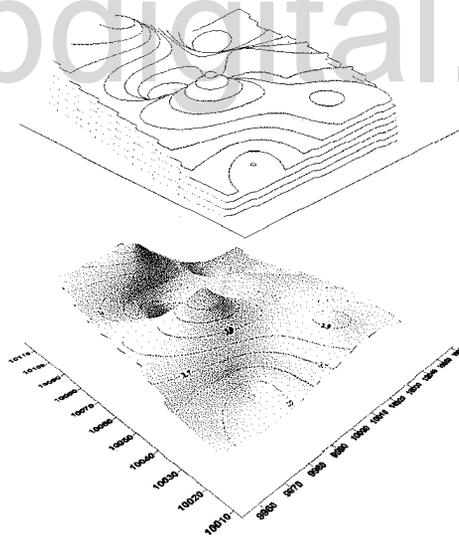


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 121 DDT (13/08/2004)

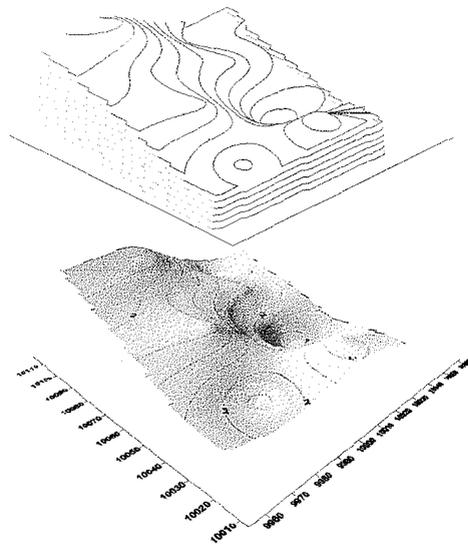


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 28 DDT (12/05/2004)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

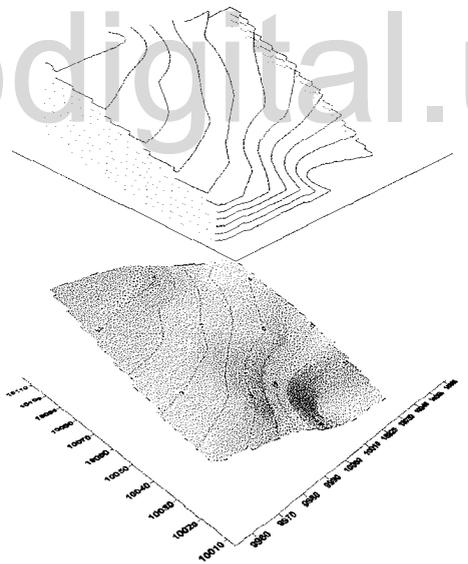


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 47 DDT (31/05/2004)

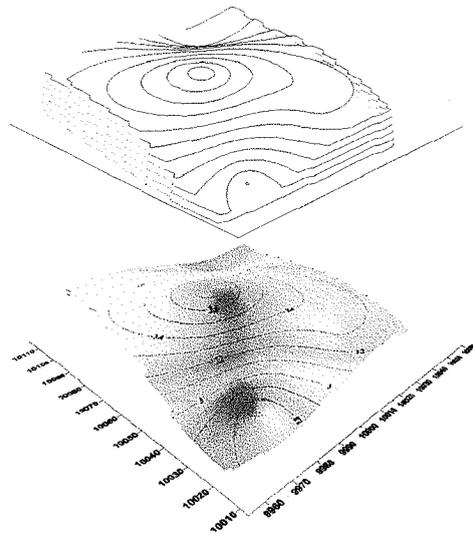


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 62 DDT  
(15/06/2004)

www.bdigital.ula.ve

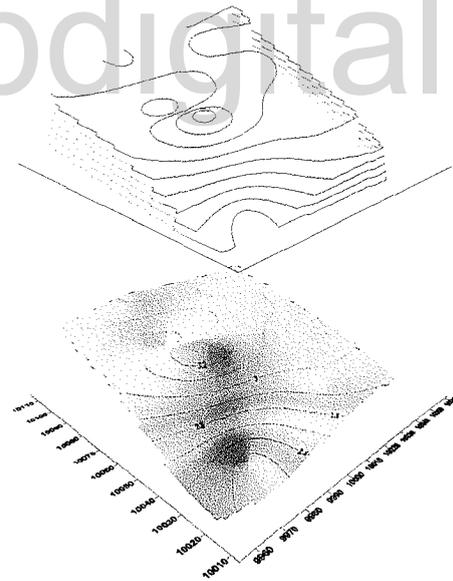


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 78 DDT  
(01/07/2004)

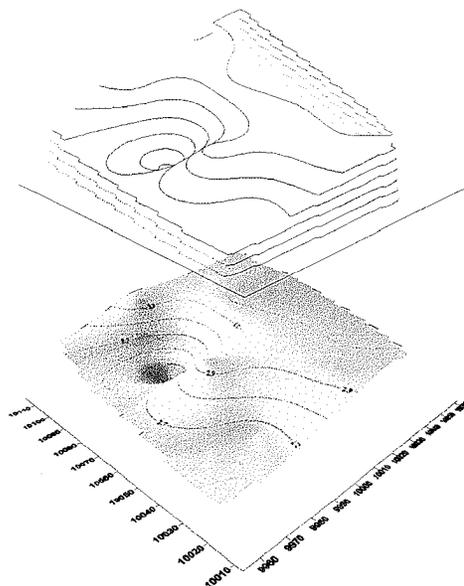


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 92 DDT  
(15/07/2004)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

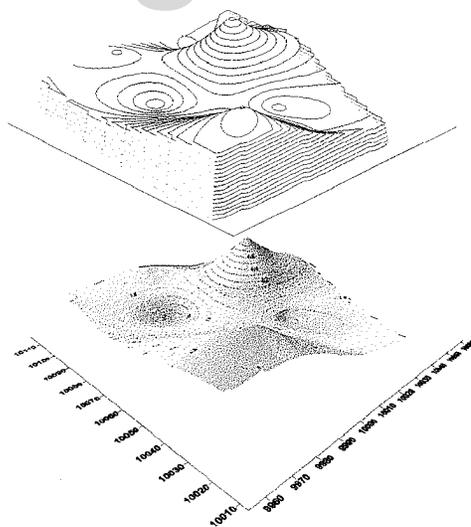


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 108 DDT  
(31/07/2004)

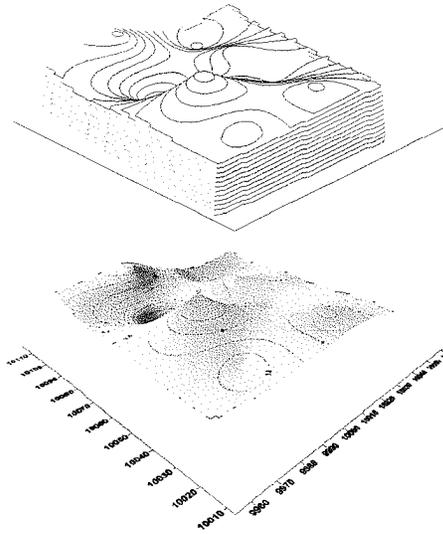


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 0-15 cm. a los 121 DDT  
(13/08/2004)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

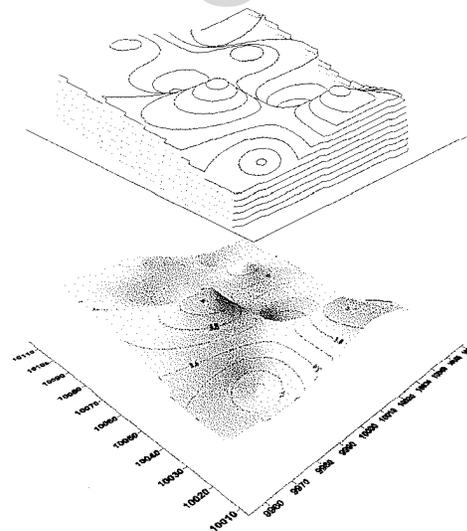


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 28 DDT  
(12/05/2004)

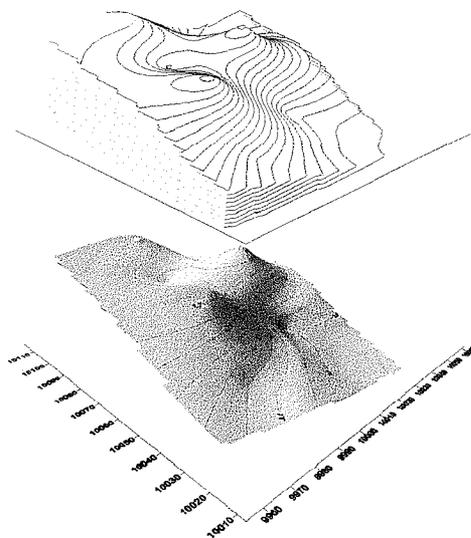


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 47 DDT  
(31/05/2004)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

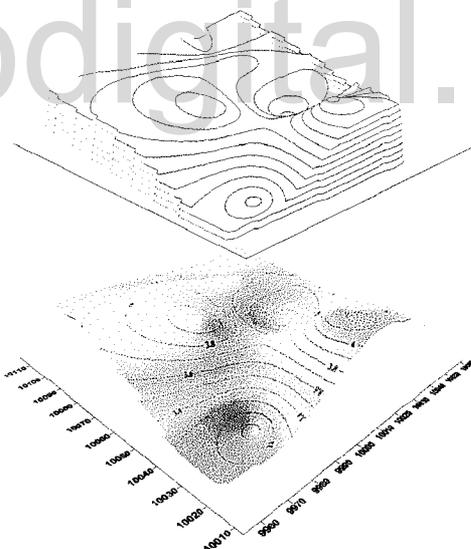


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 62 DDT  
(15/06/2004)

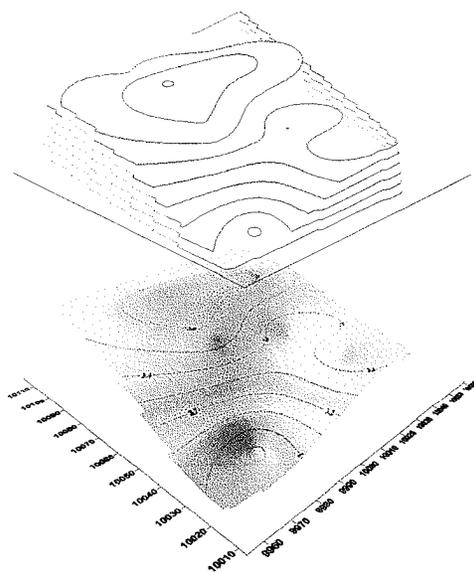


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 78 DDT (01/07/2004)

www.bdigital.ula.ve

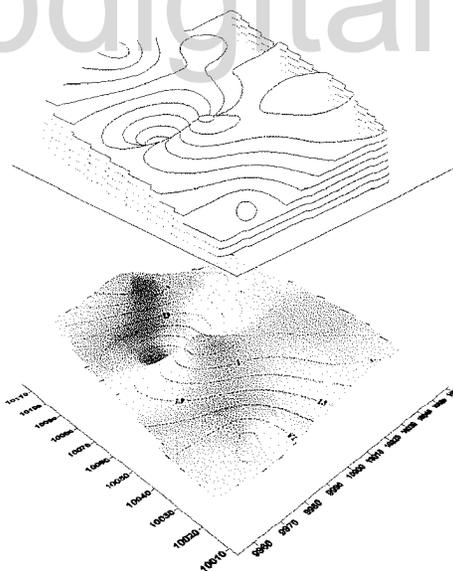


Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 92 DDT (15/07/2004)



Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 108 DDT  
(31/07/2004)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



Distribución espacial de la salinidad en la parcela a la profundidad de 15-30 cm. a los 121 DDT  
(13/08/2004)

*APÉNDICE E*

**CONTENIDOS DE HUMEDAD ANTES DEL RIEGO**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

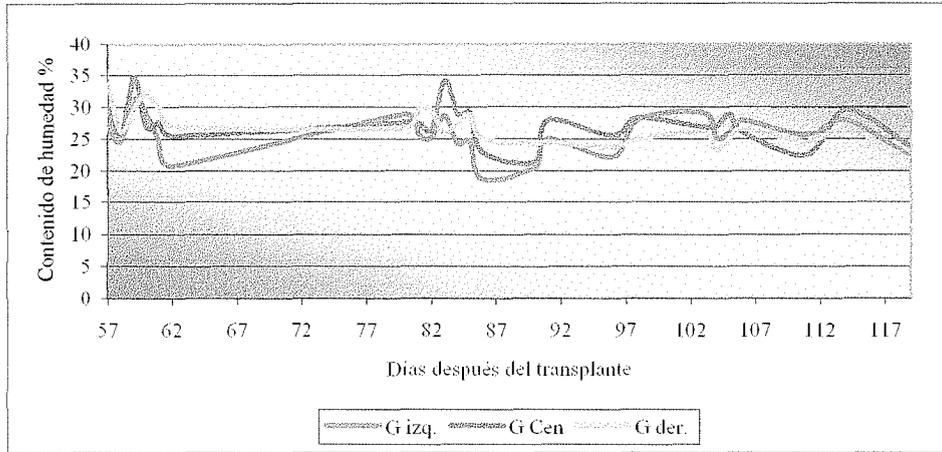


Figura E-1. Contenidos de humedad antes del riego para un periodo del cultivo, (0-15 cm)

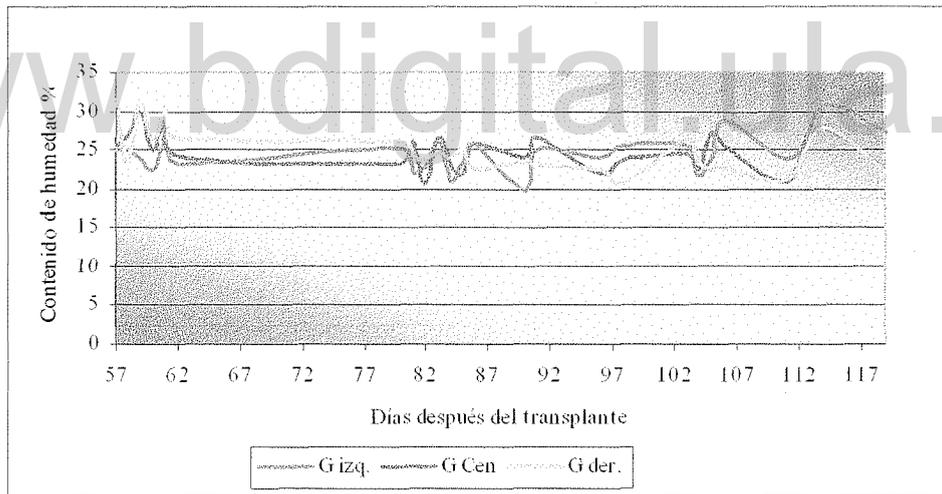


Figura E-2. Contenidos de humedad antes del riego para un periodo del cultivo, (15-30 cm).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*APÉNDICE F*

**SERIE QUIBOR. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL REPRESENTATIVO.**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**SERIE QUIBOR.**  
**Descripción del perfil representativo.**

**CALICATA 9.**

Localización: en la finca Guadalupita a 750 m al suroeste del sitio conocido como El Botiquín, en las coordenadas UTM N 1.106.920 y E 431.880.

Características del sitio: corresponde a una cubeta de desborde con pendientes general de 0,3 a 0,5 % y micro relieve plano y liso. Actualmente está en barbecho, con evidencias en superficie de haber sido utilizado en algún cultivo hortícola, presumiblemente cebolla.

Clasificación taxonómica: Typic Haplocambids, arcilloso fino, mixto, no ácido, isohipertérmico.

- Descripción del perfil:

0-32 cm: Textura franco arcillo limosa; color en húmedo marrón a marrón oscuro(10YR. 4/3); estructura blocosa subangular, moderada y media; consistencia dura en seco, firme en húmedo, adhesiva y débilmente plástica en mojado; reacción violenta al HCl 10%; frecuentes raíces y moderada actividad biológica; límite gradual y plano.

32-74 cm: Textura arcillo limosa; color en húmedo marrón amarillento (10YR 5/4); estructura blocosa subangular, débil y media; consistencia dura en seco, firme en húmedo, adhesiva y plástica en mojado; reacción violenta al HCl 10% y puntos blancos dispersos presumiblemente de sales; muy pocas raíces y poca actividad biológica; límite gradual y plano.

74-102 cm: Textura franco arcillo limosa; color en húmedo marrón amarillento (10YR 4/4); estructura blocosa subangular moderada y media predominante, con tendencia a laminar en algunos sectores del horizonte; consistencia dura en seco, firme en húmedo, adhesiva y moderadamente plástica en mojado; reacción violenta al HCl 10%; muy pocas raíces y escasa actividad biológica; límite gradual y plano.

74-102 cm: Textura franco arcillo limosa; color en húmedo marrón amarillento (10YR 4/4); estructura blocosa subangular moderada y media predominante, con tendencia a laminar en algunos sectores del horizonte; consistencia dura en seco, firme en húmedo, adhesiva y moderadamente plástica en mojado; reacción violenta al HCl 10%; muy pocas raíces y escasa actividad biológica; límite gradual y plano.

102-220 cm: Textura arcillo limosa; color en húmedo marrón amarillento (10YR 5/4); estructura laminar; consistencia dura en seco, muy firme en húmedo, y muy adhesiva y plástica en mojado; reacción violenta al HCl 10%; sin raíces ni actividad biológica apreciable.

**SERIE QUIBOR CALICATA 9**

**CUADRO 9-1**

Textura y Clase de Tamaño de Partículas.

Profundidad (cm)	Esqueleto Grueso (%)	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clasificación Textural	Promedio Ponderado (%)	Clase de Tamaño de Partícula
0-32	0	7	65	28	Franco Arcillo Limoso	Arena=5,2	Arcilloso fino
32-74	0	5	51	44	Arcillo Limoso	Limo=56,5	
74-102	0	5	63	32	Franco Arcillo Limoso	Arcilla=38,3	
102-220	0	7	49	44	Arcillo Limoso		

**CUADRO 9-2**

Caracterización Física

Profundidad (cm)	Valores	densidad Aparente (micro/m <sup>3</sup> )	Capacidad de Aire (%)	Cont. Humedad a Cap. Campo (%)	Porosidad Total (%)	Conductividad Hidráulica (cm/h)	Infiltración Básica (cm/h)
0-32	Promedio	1,32	8,60	45,76	54,39	1,37	0,21
	Rango	1,29-1,34	6,15-11,20	44,72-46,36	52,51-57,50	1,27-1,47	0,15-0,27
32-74	Promedio	1,31	9,62	45,99	55,61	0,60	
	Rango	1,29-1,32	9,11-10,36	48,81-47,90	51,57-59,02	0,50-0,71	
74-102	Promedio	1,26	8,75	43,87	52,62	1,06	
	Rango	1,25-1,27	7,15-10,00	41,94-45,60	50,57-55,02	0,80-1,029	
102-220	Promedio	1,34	8,49	49,16	57,62	0,81	
	Rango	1,33-1,35	7,98-8,93	48,56-50,05	56,76-58,98	0,77-0,87	

**SERIE QUIBOR CALICATA 9**

**CUADRO 9-**

Caracterización Física - Otras Determinaciones

Profundidad (cm)	Clasificación Textural	Esqueleto Grueso (%)	COLE	Límite de Atterberg			Clasificación AASHO
				Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plásticidad	
0-32	Franco Arcillo Limoso	0	0,027	33,26	24,88	8,38	A - 7
32-74	Arcillo Limoso	0	0,049	34,66	29,01	5,65	A - 7
74-102	Franco Arcillo Limoso	0	0,054	42,91	31,26	11,65	A - 7
102-220	Arcillo Limoso	0	0,042	33,99	29,54	4,45	A - 7

SERIE QUIBOR CALICATA 9

CUADRO 9-4

Análisis Químico.

Profundidad (cm)	pH (1:2)	CE (x10 <sup>5</sup> )	MO (%)	Cationes Intercambiables meq/l				S.B. (%)	CIC (me/100g)		PSI		CaCO <sub>3</sub> (%)	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>		Suma	NaOAc	(1)	(2)					
									(1)	(2)							
0-32	7,2	185	0,7	0,8	0,256	30	1,33	100	32,38	22	2,47	3,63	12,2	12	85	8240	18
32-74	7,3	214	0,9	0,85	0,096	31,6	2,17	100	31,71	33	2,44	2,57	11,96	5	32	10400	30
74-102	7,2	256	0,7	0,8	0,128	30,8	2,16	100	33,88	25	2,36	3,2	12,13	6	32	9900	31
102-220	7,1	325	0,8	0,75	0,16	32,8	2,49	100	36,2	34	2,07	2,3	11,91	9	46	10450	37

www.bdigital.ula.ve

SERIE QUIBOR CALICATA 9

CUADRO 9-4

Análisis Químico.

Profundidad (cm)	pH (pasta)	CE (10 <sup>3</sup> ) Extracto dS/m	Saturación de la Pasta (%)	Cationes me/l				Total	Aniones me/l				Total	RAS
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>		
0-32	6,9	4,01	47,8	4	0,272	51,8	4,83	60,9	0	2	5	53,9	60,9	0,75
32-74	7,2	4,15	72,6	10,4	0,032	25,6	7,83	40,86	0	15,5	3,44	21,92	40,86	2,66
74-102	6,9	7,79	53,6	5,3	0,064	95	10,25	110,61	0	2	13,13	95,48	110,61	0,73
102-220	6,9	8,4	68,7	3,8	0,048	76,4	15,75	95,99	0	2	12,5	81,49	95,99	0,55

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)