

DETERMINACIÓN DEL PERIODO CRÍTICO DE RIEGO EN TOMATE PARA INDUSTRIA EN UN SISTEMA DE GOTEO

Víctor M. Lipinski y Silvia Gaviola

Introducción

El agua es un bien escaso y a medida que crece la población aumenta el uso urbano de la misma, en detrimento del uso agrícola. Este proceso va acompañado con un incremento en el costo del agua y por lo tanto un uso eficiente de la misma es cada vez más imperioso.

El sistema de riego por goteo es una herramienta que lentamente se va imponiendo en nuestro medio por varios motivos. El principal de ellos es que permite un uso más eficiente del agua y además la incorporación de nutrimentos a través del sistema, mejora el aprovechamiento de los mismos.

Objetivo:

El objetivo de este ensayo fue determinar el periodo crítico de riego, para maximizar la producción y la calidad del cultivo de tomate para industria sometiendo al cultivo a diferentes periodos de estrés controlado.

Materiales y Métodos

Híbrido usado: NVH 1095 (Rogers) de ciclo fenológico tardío.

Fecha de transplante: 6/11/97

Densidad de plantación: Camas simples de distanciadas 1,40 m con un distanciamiento de 0,30 entre plantas (23800 plantas/ha).

Tratamientos:

R₁: Manteniendo durante todo el ciclo una succión de 20 cb (06/11/97 – 05/03/98)

R₂: Manteniendo 20 cb entre los 45 a 75 días de plantación (21/12/97 – 21/01/98) y el resto del tiempo con 50 cb.

R₃: Manteniendo 20 cb entre 35 a 60 días de plantación (06/12/97 – 04/01/98) y el resto con 50 cb.

R₄: Manteniendo 20 cb entre 45 a 60 días de plantación (21/12/97 – 04/01/98) y el resto con 50 cb.

El riego se realizó con cintas de goteo T-Tape 508-30, con un caudal nominal de 3 L/m de cinta. El control del riego se realizó con tensiómetros y las láminas de reposición para el tratamiento R₁ se calculó con los valores de la evaporación del tanque y los K_c obtenidos en ensayos previos.

Se realizaron cuatro repeticiones de cada tratamiento y las parcelas fueron de 3 líneas de 5 m de largo. La fertigación se realizó con Sol-UAN como fertilizante nitrogenado (30% N) y con ácido fosfórico (densidad 1.632) en cantidades de 90 y 100 kg de N y P/ha respectivamente. Las características físico químicas del suelo figuran en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Características físico químicas de los 20 cm superiores del suelo

pH	CE dS.m ⁻¹	Psat %	VS		Pd µg.g ⁻¹	Kint µg.g ⁻¹	MO %	C/N
			g%cm ₃	Nt µg.g ⁻¹				
7,79	3,55	37,00	103	947	6,0	398	1,70	10,4

Se evaluó el rendimiento total, peso y número de frutos maduros, peso de frutos podridos, verdes y con podredumbre seca. Se registraron también el gasto de agua y su eficiencia de uso.

Los datos obtenidos fueron procesados a través de un análisis de Varianza (SAS)

Resultados

Los resultados encontrados se presentan en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de riego sobre el rendimiento total (RT), de frutos rojos (RR), de verdes (RV), de descarte (RD), frutos con podredumbre apical (Rcu), sólidos totales (ST) en kg.ha⁻¹, tamaño de frutos rojos (TR) en gramos y sólidos totales de los frutos (Br) en °Brix.

T	RT	RR	RV	RD	Rcu	ST	TR	Br
R ₁	89665 ab	45357 a	23170 ab	20871 a	268 b	2278 a	79.20 a	5.01 a
R ₂	96719 a	46339 a	30313 a	19911 ab	156 b	2304 a	80.42 a	4.97 a
R ₃	74978 b	42879 a	18103 b	11317 c	2679 a	2298 a	69.40 b	5.41 a
R ₄	70960 b	31897 b	21652 ab	14487 bc	2924 a	1644 b	70.86 b	5.21 a
Dms	20746	10909	10769	6073	2074	555	5.84	0.45
CV	19.28	20.23	35.66	28.16	106.28	20.09	6.01	6.68

Dms: diferencia mínima significativa para el test de Duncan (p=0.10)

CV: Coeficiente de variación (%)

El rendimiento total de frutos fue afectado significativamente por el tratamiento de riego, obteniéndose el rendimiento máximo con R₂ o sea con un riego óptimo durante el 21/12 y el 21/01. El R₁ que fue el tratamiento con mayor lámina de riego y menor estrés durante todo el ciclo, rindió igual estadísticamente que el R₂. La eficiencia de uso del agua expresada en kg de frutos/mm aplicados fue de 147, 192, 164 y 157 para los tratamientos R₁, R₂, R₃ y R₄ respectivamente, siendo el tratamiento R₂ el de mayor eficiencia de uso. Los frutos rojos maduros (RR) si bien no presentan diferencias significativas entre R₁, R₂, y R₃, si la hay con respecto a R₄. Los frutos verdes (RV) alcanzaron un porcentaje elevado con respecto al total y el peso fue mayor en el tratamiento R₂. Los frutos deformes y podridos (RD) fueron mayores en el R₁, mientras que R₃ y R₄ tuvieron mayor cantidad de frutos con podredumbre apical (Rcu) lo que coincidiría con los tratamientos mas estresados. Los sólidos totales fueron iguales estadísticamente en los tratamientos R₁, R₂, y R₃ y menor en el R₄. El tamaño de frutos rojos fue mayor en los tratamientos R₁ y R₂ y los grados brix no fueron afectados por los tratamientos de riego aunque hay una tendencia a ser mayor en los tratamientos con régimen mas estresado. Hay que tener en cuenta que el año de ensayo fue atípico

por las lluvias registradas sobre todo en el mes de febrero (**Cuadro 4**) que alteraron el normal desarrollo del cultivo.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de frutos obtenidos

T	% R	% V	% D	% Cu
R ₁	51.26 ab	25.08 a	23.33 a	0.33 a
R ₂	48.02 ab	31.30 a	20.52 ab	0.16 a
R ₃	57.22 a	23.09 a	15.35 b	4.34 a
R ₄	45.98 b	29.84 a	19.26 ab	4.93 a
Dms	7.72	6.94	5.28	3.56
CV	11.77	19.6	20.77	112.69

En el **Cuadro 3** se presentan los porcentajes de las distintas categorías de frutos obtenidos. El menor porcentaje de frutos maduros y el mayor de frutos verdes correspondieron al tratamiento R₂, lo que indica que los diferentes tratamientos debería haberse cosechado en distintas fechas para obtener un mejor rendimiento de frutos rojos maduros. El tratamiento R₃ que fue sometido a estrés en forma anticipada, es el tratamiento que presenta mayor porcentaje de frutos maduros y el menor de frutos verdes y de descartes y como es de esperar presenta el mayor porcentaje de frutos con podredumbre apical junto con el tratamiento R₄. Este último tratamiento fue el que recibió menor cantidad de agua y en forma coincidente el de menor rendimiento.

Cuadro 4. Láminas de riego mas lluvia por tratamiento (R₁, R₂, R₃ y R₄), K_c del cultivo, precipitación efectiva (PP ef), evaporación bruta del tanque A (EB) diaria, evapotranspiración del cultivo (ET) diaria, tiempo de riego (TR) en horas, retención de agua en el perfil del suelo utilizado por la planta para el tratamiento R₁, exceso de agua drenado (Exc) y número de riegos (NR), valores medios por decenas de días del mes.

Mes	DEC	DIAS	Láminas/tratamiento				K _c	PP ef mm	EB mm/d	ET Mm/d	TR Horas	RET R1 mm	Exc mm	NR
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄								
Nov	1	4	6.75	7.75	7.75	7.75	0.26	0.0	5.66	1.12	3.0	6.75	0.00	2
	2	10	19.04	16.05	16.05	16.05	0.29	8.0	7.94	1.75	5.3	15.81	3.23	5
	3	10	17.39	10.81	11.57	11.14	0.30	0.0	9.50	2.30	11.7	17.39	0.00	8
Dic	1	10	28.54	14.22	15.24	16.63	0.37	3.5	9.23	2.58	15.0	28.54	0.00	9
	2	10	64.75	57.35	65.94	58.17	0.47	46.6	6.57	2.35	8.5	28.18	36.57	5
	3	11	57.86	55.19	58.40	58.00	0.60	16.5	8.52	3.91	19.0	41.83	16.03	10
Ene	1	10	69.61	69.29	48.34	48.48	0.77	7.6	9.10	5.24	27.5	55.48	14.13	10
	2	10	81.40	81.37	40.68	41.20	0.96	2.5	9.75	7.01	38.0	70.83	10.57	10
	3	11	76.50	44.93	44.62	44.58	1.08	12.0	9.11	7.38	32.0	72.14	4.36	10
Feb	1	10	90.05	60.39	60.57	61.17	1.09	29.6	7.60	5.88	31.0	67.79	22.26	8
	2	10	67.64	65.67	65.69	65.69	1.03	63.5	3.69	2.86	2.0	28.58	39.06	1
	3	8	12.50	12.50	12.50	12.50	0.94	12.5	3.54	1.99	0	5.70	6.80	0
Mar	1	5	14.12	9.05	9.31	9.09	0.87	4.0	7.46	4.85	5.0	14.12	0.00	2
Total		119	606.15	504.57	456.66	450.45	0.70	206.3	916	468	198.1	453.14	153.01	80

En el **Cuadro 4** se pueden ver las láminas totales de agua recibidas por el cultivo (riego más lluvia). El R₁ se regó de acuerdo a la necesidad máxima del cultivo manteniéndose durante todo el ciclo de tal manera para evitar que los tensiómetros marcaran más de 30 cb de succión. En el R₂ el periodo favorable fue desde los 44 días del transplante a

los 74 días. El R₃ fue sometido a un periodo favorable entre los 34 días hasta los 54 días. Por último el R₄ entre los 44 y 54 días.

Al final del ensayo se realizó un muestreo de suelos en tres profundidades 0-20, 20-40 y 40-60 por debajo de la línea de goteros. Cada tratamiento se muestreo por separado obteniéndose una muestra compuesta por tratamiento y por profundidad. En cada muestra se determinó su Conductividad eléctrica y el porcentaje de saturación de la pasta saturada para poder calcular la cantidad de sales contenida en el perfil. Los resultados se pueden observar en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5: Salinidad al final del ensayo de riego por goteo en tomate 97/98, según tratamiento, profundidad (PROF), CE₂₅ : conductividad eléctrica a 25 °C, PORC. SAT: porcentaje de saturación de la pasta saturada, % Sales calculada, t/ha de sales acumulados por estrato de 20 cm y total del perfil debajo del gotero.

Fecha de muestreo: 30/04/98

RIEGO	PROF	CE ₂₅	PORC SAT	%SALES	t/ha	t/ha
1	0-20	0.96	33.33	0.0206	0.576	
1	20-40	1.24	34.87	0.0276	0.773	
1	40-60	2.19	33.29	0.0466	1.304	2.653
2	0-20	0.80	35.19	0.0179	0.501	
2	20-40	1.29	34.55	0.0285	0.797	
2	40-60	2.42	32.56	0.0505	1.414	2.713
3	0-20	1.72	36.34	0.0400	1.121	
3	20-40	2.75	38.31	0.0673	1.886	
3	40-60	3.04	34.27	0.0666	1.864	4.871
4	0-20	1.66	36.98	0.0393	1.099	
4	20-40	2.77	37.45	0.0664	1.858	
4	40-60	3.18	32.39	0.0659	1.846	4.804

La CE inicial en e l ensayo fue en promedio de 3,55 dS.m⁻¹ en los primeros 20 cm de suelo. Al final del ensayo se puede observar que en el tratamiento R₁ los valores de CE bajaron por debajo de 2,0 dS.m⁻¹ en los primeros 60 cm por debajo del gotero. En el tratamiento R₂ recién por debajo de los 40 cm la CE supera los 2,0 dS.m⁻¹, mientras que en los dos tratamiento R₃ y R₄ supera los 2,0 dS.m⁻¹.por debajo de los 20 cm. Es probable que los contenidos salinos de estos dos últimos perfiles hubieran sido mucho mayores si no se hubieran registrado las altas precipitaciones del mes de febrero, aún así se ha acumulado un 83 y 81 % mas de sales en R₃ y R₄ que en el tratamiento R₁.

De los resultados obtenidos se concluye que el riego debe ser intensificado durante el período comprendido entre los 44 y 74 días de riego cumpliendo al 100 % la demanda de agua requerida por el cultivo. Pasado este periodo crítico el nivel de riegos se puede reducir a la mitad sin provocar disminución de rendimientos, mejorando la eficiencia del uso del agua y logrando un adecuado balance salino del perfil.