

# EFFECTO DE DIFERENTES ALTURAS DE AGUA SOBRE EL CULTIVO DEL PIMIENTO. I. INFLUENCIA DE LOS EXCESOS DE HUMEDAD<sup>1</sup>

## Effect of different amounts of water applied to peppers. I. Effect of excessive soil humidity

Raúl Ferreyra E.<sup>2</sup>, Gabriel Sellés van Sch.<sup>3</sup> y Juan Tosso T.<sup>4</sup>

### SUMMARY

The study was done at La Platina Experiment Station (INIA, Santiago) during the 1981/82 season. The treatments were defined as 1.3, 1.0, 0.7 and 0.3 times the pan evaporation (class A) and were arranged in completely randomized blocks, with three replications.

Results indicated that pepper (*Capsicum annuum*) plants are affected when the air space of the soil is below 16%. Yield, dry matter root development, nitrogen content and chlorophyll content diminished when excessive water was applied (1.0 x pan evaporation or more).

A yield reduction was observed under water deficit (0.3 x pan evaporation). The major concentration of roots was in the first 30 cm of the soil.

### INTRODUCCION

Un exceso de humedad en el suelo determina una aireación deficiente, que afecta el desarrollo de una gran gama de vegetales. La intensidad del daño producido depende de la sensibilidad de la especie, de su estado de desarrollo, duración del período de anegamiento, temperatura, tipo de suelo y clase de microorganismos presentes (Kramer, 1974; Whittington, 1969; Gur y otros, 1979; Hillel, 1971).

Dicho exceso produce falta de O<sub>2</sub> para las plantas, lo cual se puede manifestar en reducción de crecimiento, marchitamiento y/o clorosis de las hojas. Estos síntomas se pueden atribuir, en parte, a una absorción reducida de agua (Kramer, 1974), o a una disminución en la producción de citokininas en las raíces y acumulación de sustancias tóxicas, como el etanol, que provocaría una disminución de la cantidad de clorofila y

nitrógeno en las hojas, debido a una menor absorción de minerales. (Maidl, Knittel y Fischbeck, 1972; Gur y otros, 1979).

La tolerancia al exceso de agua en el suelo depende de la especie vegetal. Existen plantas que requieren de un suelo saturado para crecer, como el arroz, y otras que se afectan en distintos grados. Kramer (1974) encontró que la tolerancia a la falta de oxígeno era creciente, en el siguiente orden: tabaco, tomate y maravilla. Esta diferencia entre especies no tiene causa clara conocida, pero estaría relacionada con diferencias estructurales entre las plantas (que permitirían un mejor abastecimiento de O<sub>2</sub> al sistema radicular) o por adaptaciones fisiológicas (que permitirían una mayor tolerancia a productos de la respiración anaeróbica) (Kramer, 1974).

Dentro de las especies más susceptibles a problemas de aireación en el suelo, producto de un exceso de humedad, se encuentra el pimiento. Según Doorembos y Kassar (1979), el rendimiento de este cultivo disminuye cuando la humedad aprovechable del suelo sobrepasa el 35%.

El objetivo del presente ensayo fue evaluar el efecto de la aplicación excesiva de agua sobre el desarrollo del cultivo del pimiento.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 29 de mayo de 1984.

<sup>2</sup> Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Escuela de Agronomía, U. de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina (INIA), Santiago, Chile, durante la temporada 1981/82. El suelo, correspondiente a la serie Santiago, está clasificado como coarse loamy, over sandy skeletal, mixed, termic, Typic Xerochrepts. El cultivar de pimiento utilizado fue el Yolo Wonder B, que se transplantó a mediados de noviembre, con una densidad de 51.282 plantas por hectárea, distanciadas a 0,25 m sobre la hilera y 0,72 entre hileras. Se usó una fertilización, según análisis de suelo, de 120 kg/ha de N y 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, con un tamaño de parcela experimental de 7 por 3,5 m. Se realizaron análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de cuatro alturas de agua, a partir del dato de evaporación de bandeja clase A multiplicado por un factor, para dar condiciones de exceso y déficit, como se señala a continuación:

T1: 1,3 veces la evaporación de bandeja clase A (EB);  
T2: 1,0 veces la evaporación de bandeja clase A (EB);  
T3: 0,7 veces la evaporación de bandeja clase A (EB); y  
T4: 0,3 veces la evaporación de bandeja clase A (EB).

El agua se midió con un medidor volumétrico y se aplicó cada siete días; además, se midió rendimiento, materia seca, raíces, clorofila, nitrógeno, fósforo, potasio, espacio de poros ocupados por aire y extracción de agua por estrato de suelo.

Las raíces se determinaron extrayendo suelo sin perturbar, de entre las hileras de plantas y hasta 1 m de profundidad en cada tratamiento, y pesando las raíces por estrato de suelo de volumen conocido. La clorofila se determinó por método colorimétrico; el nitrógeno, por micro Kjeldahl; y el fósforo y el potasio, por calcinación.

El espacio de poros ocupado con aire se determinó conociendo la humedad del suelo, en forma diaria, a través de un aspersor de neutrones. En los primeros 30 cm de suelo, la extracción de agua por estrato se midió con aspersor de neutrones, en forma diaria.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efecto de la altura de agua excesiva en los rendimientos y productividad del cultivo.

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos. Se puede obser-

### CUADRO 1. Rendimiento del pimiento bajo los distintos tratamientos de riego

TABLE 1. Pepper response to the different irrigation treatments

Tratamientos	Rendimiento comercial ton/ha <sup>1</sup>
T1 (1,3 EB)	11,90 c
T2 (1,0 EB)	21,39 b
T3 (0,7 EB)	27,77 a
T4 (0,3 EB)	18,14 b

<sup>1</sup> Promedios con letras desiguales son diferentes, según Test de Duncan (P 0,05).

var que, al aumentar las cargas de agua sobre 0,7 EB, los rendimientos disminuyen. Esta reducción en los tratamientos más húmedos está asociada a las alturas de agua aplicadas. T1 presentó un 57% menos producción que T3; T2, que recibió menos agua que T1, disminuyó su rendimiento respecto a T3 en sólo 23%. El menor rendimiento que presentó T4, se debe a efectos de déficit hídrico.

Estos resultados concuerdan con afirmaciones de Doorembos y Kassan (1979), quienes señalan que, en pimiento, tanto los excesos como los déficits de humedad afectan el rendimiento del cultivo.

El efecto del exceso de humedad, no sólo se manifestó en una disminución de los rendimientos comerciales del cultivo, sino además influyó en su crecimiento aéreo y radicular.

En la Figura 1 se puede apreciar que las plantas que recibieron agua en exceso (T1 y T2) presentaron una materia seca total inferior a T3, que presentó el mayor crecimiento y producción. Esto se pudo observar desde muy temprano en la temporada.

### Efecto de la altura de agua en el espacio de poros ocupado por aire.

Un exceso de agua en el suelo se traduce en una reducción del espacio ocupado con aire. El porcentaje de poros ocupado por aire, entre dos riegos para cada uno de los tratamientos, se presenta en la Figura 2. Los tratamientos en que se aplicó las mayores cargas de agua (1,3 y 1,0 EB) mostraron porcentajes de poros ocupado por aires del orden de 15,4 y 16%, respectivamente.

La literatura señala que, normalmente, un porcentaje de espacio poroso ocupado por aire superior al 10% no afecta el crecimiento de los cultivos (Kramer 1974; Hillel, 1971). Los valores obtenidos en este ensayo son

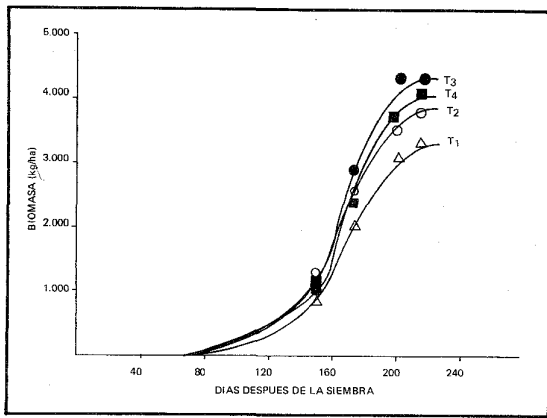


FIGURA 1. Materia seca total (kg/ha) del pimiento, para distintos tratamientos de riego. T1 = 1,3 EB; T2 = 1,0 EB; T3 = 0,7 EB; T4 = 0,3 EB.

FIGURE 1. Pepper total dry matter (kg/ha), under different amounts of water applied.

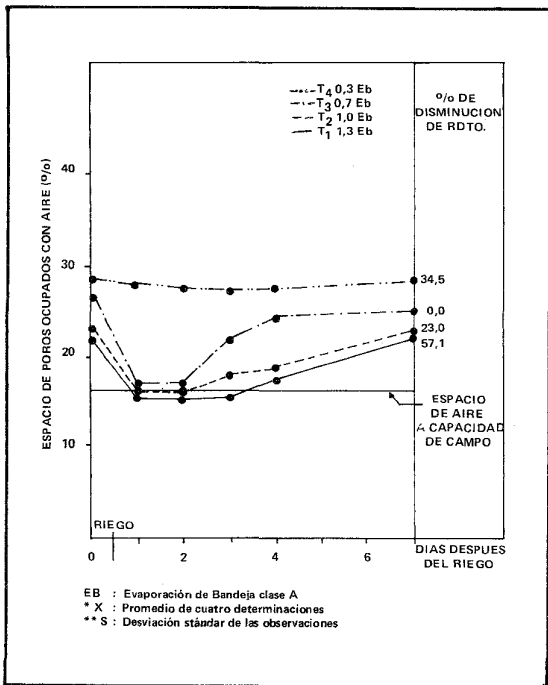


FIGURA 2. Porcentaje de poros ocupado con aire, en los primeros 30 cm de suelo entre 2 riegos. Prom. 4 obs.; desv. est. 0,16-2,38.

FIGURE 2. Percentage of the first 30 cm of soil spaces occupied by air, between 2 irrigations. Averages of 4 measurements; std. dev. 0.16-2.38.

mayores al 100% y, sin embargo, el cultivo disminuyó su rendimiento y producción de biomasa (Cuadro 1 y Figura 1). Esta discordancia se puede deber a que el valor señalado por la literatura es general y no está determinado para cada cultivo en forma particular.

También, en la Figura 2 se puede observar que T1 permaneció durante tres días con menos de un 16% de los poros ocupados por aire y T2 lo hizo durante dos días. Kramer (1974) señala que la duración del período de anegamiento también afecta los rendimientos.

Por otra parte, el tratamiento que recibió 0,7 EB (T3) estuvo todo el tiempo sobre un 16% de espacio poroso libre de agua y T4 (0,3 EB) presentó un alto contenido de aire, aun después del riego; en este último caso, la cantidad de agua aplicada no fue suficiente para dejar el suelo a capacidad de campo, en los primeros 30 cm, y la disminución de rendimiento observada en este tratamiento, está relacionada con un déficit hídrico permanente en el cultivo.

Efecto de la altura excesiva de agua en el desarrollo radicular.

La cantidad total de raíces disminuyó notoriamente con aplicaciones excesivas de agua (Cuadro 2). Este efecto estaría relacionado con una aireación deficiente, que limitaría el crecimiento de las raíces (Kramer, 1974).

A pesar de que la cantidad total de raíces fue aparentemente inferior en T1, su distribución en profundidad no presentó grandes diferencias, salvo que en T1, el 90% de las raíces se concentraron en los primeros 30 cm de suelo. En los otros tratamientos, también, la mayor concentración de raíces ocurrió en los primeros 30 cm de suelo, resultado que explica el patrón de extracción de agua, medido en terreno (Figura 4). De acuerdo a esta última figura, más del 60% del agua extraída por el cultivo provino de los primeros 30 cm, en los tratamientos que recibieron una carga de agua igual o superior a 0,7 EB.

CUADRO 2. Distribución de raíces de pimiento (mg raíces/cc suelo) al aplicar distintas alturas de agua<sup>1</sup>

TABLE 2. Pepper roots distribution (mg roots/cc soil), when irrigated with different amounts of water

Profundidad del suelo (cm)	T1 1,3 EB	T2 1,0 EB	T3 0,7 EB	T4 0,3 EB
0 - 30	0,54	0,90	0,79	0,72
30 - 60	0,04	0,53	0,29	0,55
60 - 90	0,02	0,07	0,02	0,16
TOTAL	0,60	1,50	1,10	1,43

<sup>1</sup> Muestras tomadas entre las hileras de plantas.

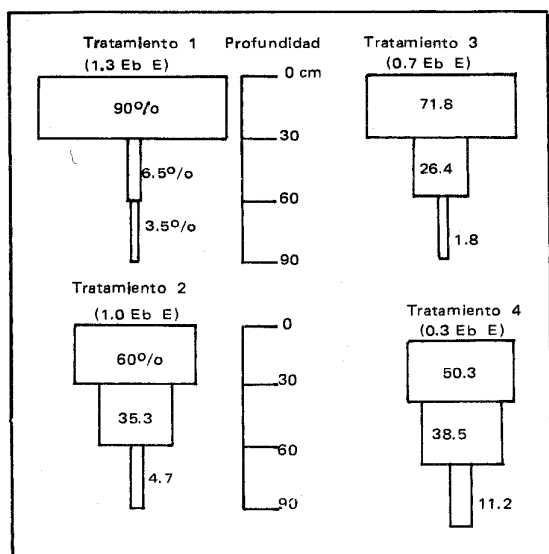


FIGURA 3. Distribución (%) de raíces del pimiento, según cantidad de agua aplicada.

FIGURE 3. Pepper roots distribution (%), under different amounts of water applied.

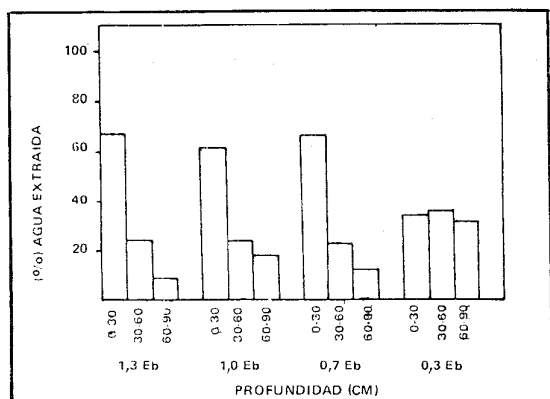


FIGURA 4. Agua extraída (%) por el pimiento, a diferentes profundidades y cantidades aplicadas. Prom. 4 obs.; desv. est. 0,12–0,19.

FIGURE 4. Water extracted (%) by pepper at different depths and with different amounts applied. Averages of 4 measurements; std. dev. 0.12–0.19.

Efecto de la altura de agua en el contenido de clorofila y nitrógeno de la planta de pimiento.

El contenido de clorofila en las hojas, expresado en mg/g de materia seca, se presenta en el Cuadro 3. Se puede observar que, a medida que aumenta la carga de agua, el contenido de clorofila aparentemente disminuye. Esto es más claro en el caso de la clorofila A.

### CUADRO 3. Contenido de clorofila A y B en pimiento, en los distintos tratamientos de riego

TABLE 3. Chlorophyll A and B content in pepper leaves, under the different irrigation treatments

Tratamientos	Clorofila (mg/gr de muestra seca) <sup>1</sup>	
	A	B
T1 (1,3 EB)	0,168	0,160
T2 (1,0 EB)	0,189	0,228
T3 (0,7 EB)	0,328	0,221
T4 (0,3 EB)	0,338	0,288

<sup>1</sup> Los análisis químicos corresponden a una muestra compuesta de las distintas repeticiones.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gur y otros (1979), en manzanos, quienes observaron que, al disminuir el porcentaje de aire en el suelo por un aumento de la frecuencia de riego, disminuía la cantidad de clorofila en las hojas.

El efecto en el N es similar al anterior. En el Cuadro 4 se puede observar que el contenido de N de las plantas fue estadísticamente inferior en los tratamientos que recibieron las mayores cargas de agua.

Maidl y otros (1982) señalan que una aireación inadecuada reduce el N en las hojas, como consecuencia de una menor absorción general de minerales. Sin embargo, los tratamientos no tuvieron ningún efecto sobre el porcentaje de P y K en las plantas. Esta diferencia se podría atribuir a que la dinámica de absorción de estos elementos es menos afectada que la del N, en condiciones de mala aireación, y a posible lixiviación de este elemento.

### CUADRO 4. Porcentaje de N, P y K, a fines de temporada, en plantas de pimiento sometidas a distintas alturas de agua aplicada<sup>1</sup>

TABLE 4. N, P, and K, percentages at the end of the season, in pepper plants under different irrigation treatments

Tratamientos	% Nitrógeno	% Fósforo	% Potasio
T1 (1,3 EB)	2,19 a	0,25 a	2,70 a
T2 (1,0 EB)	2,81 b	0,25 a	2,68 a
T3 (0,7 EB)	3,12 c	0,28 a	2,61 a
T4 (0,3 EB)	3,06 c	0,27 a	2,05 a

<sup>1</sup> Plantas sin frutos.

Promedios con letras desiguales en cada columna son diferentes, según Test de Duncan (P 0,05).

**CONCLUSIONES**

El exceso de agua reduce el rendimiento y producción de materia seca del pimiento, cuando provoca en el suelo un espacio poroso libre de agua inferior al 16<sup>o</sup>/o.

El exceso de agua en el suelo disminuye la cantidad de raíces en el perfil.

La mayor concentración de raíces y extracción de agua se produce en los primeros 30 cm de suelo, en este cultivo.

Los contenidos de nitrógeno y clorofila en las plantas de pimiento disminuyen por aplicaciones excesivas de agua.

**RESUMEN**

El estudio se realizó en la Estación Experimental La Platina, durante la temporada 1981/82. En un diseño de bloques completos al azar, los tratamientos fueron distintas alturas de agua aplicada (1,3; 1,0; 0,7; 0,3 veces la evaporación de bandeja clase A).

Los resultados indican que el pimiento (*Capsicum annuum*) es muy susceptible a excesos de humedad y que con el 16<sup>o</sup>/o del espacio de poros ocupado con

aire, los rendimientos disminuyen en forma notoria. El exceso de agua en el suelo disminuye la cantidad de raíces en el perfil y el contenido de nitrógeno y clorofila en la planta. El déficit de humedad también disminuyó el rendimiento.

En este cultivo, la mayor cantidad de raíces se encontró en los primeros 30 cm de suelo.

**LITERATURA CITADA**

DOOREMBOS, I. y KASSAN, A.H. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje N° 33. 212 p.

GUR, A.; DASBERG, S.; SCHKOLMIK, I.; SAPIR, E.; and PELED, M. 1979. The influence of method and frequency of irrigation on soil aeration and some biochemical responses of apple trees. *Irrigation Science* 1: 125-135.

HILLEL, D. 1971. Soil and water physical principles and processes. Academic Press, New York. 287 p.

KRAMER, P. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. México. Centro Regional de Ayuda Técnica. 538 p.

MAIDL, F.; KNITTEL, H.; und FISCHBECK, G. 1982. Der einfluss des Bodengefüges auf die Evtregsbildung von Zuckrriihen. *Zeitschnift fiir Ackerund Pflazenbau*. 151 (4) 275-281. *Soil and Fertilizers Abstracts*, 1983. Vol. 46 (8): 8453.

WHITTINGTON, W.I. 1969. Root Growth. Plenum Press, New York. 450 p.