

EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO EN LA ETAPA DE DESARROLLO DEL
CULTIVO DE PIMIENTO
(*CAPSICUM ANNUUM* L) EN UN SUELO FRANCO ARENOSO

Rubén Darío Rivera Fernández, ruben.rivera@uleam.edu.ec
Juan Ramón Moreira Saltos, juanr.moreira@uleam.edu.ec

Resumen

El objetivo fue determinar el efecto del riego deficitario sobre la producción cultivo del pimiento aplicado en la etapa del desarrollo. Los tratamientos fueron 70%(T1), 80%(T2), 90%(T3), y 100% (T4 control) de la evapotranspiración del Cultivo (Etc). Se tuvo como material experimental al híbrido Quetzal, sembrado a un distanciamiento de 1 m x 0.5 m. El riego se lo realizó por goteo con una frecuencia de dos días y los cálculos de la Etc se los realizó mediante la evapotranspiración de referencia del tanque evaporímetro tipo A. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño DCA con cuatro réplicas. Se midieron: el uso eficiente del agua, altura de planta (cm), peso del fruto (g), número de frutos por planta y rendimiento (kg/ha). Con la aplicación del 70 y 80% de la Etc se obtuvo un mayor uso eficiente con 12.5 y 12.6 kg/m³. La altura de planta presentó diferencia significativa a los 27 y 37 ddt, siendo el T2 el de mayor altura. El número de frutos por planta y el rendimiento (t/ha) mostraron diferencias estadísticas por la acción del riego deficitario, siendo el T2 quien presenta los mayores promedios con 8.28 frutos/plantas y 19.57 t/ha. El peso (g) del fruto fue similar en todos los tratamientos, entre 113.38 y 115.3 g/fruto. El cultivo pimiento puede soportar una reducción del 20% de la lámina de riego sin que afecte la producción y de esta manera obtener una mayor eficiencia del uso de agua.

Palabras clave: riego deficitario, tanque evaporímetro, laminas, evapotranspiración, eficiencia del uso del agua .

Abstract

The objective was to determine the effect of deficit irrigation on pepper crop production applied at the stage of development. The treatments were 70% (T1),

80% (T2), 90% (T3), and 100% (T4 control) of the evapotranspiration (Etc). The experimental material was the Quetzal hybrid, seeded at a distance of 1 m x 0.5 m. Irrigation was carried out by dripping with a frequency of two days and the Etc calculations were made using the reference evapotranspiration of the evaporimeter tank type A. The treatments were distributed in a DCA design with four replicas. The following were measured: efficient water use, plant height (cm), fruit weight (g), number of fruit per plant and output (k/ha). With the application of 70 and 80% of the Etc, more use that was efficient was obtained with 12.5 and 12.6 kg/m³. Plant height showed significant difference at 27 and 37 DAT, with T2 being the tallest. The number of fruit per plant and the output (t/ha) showed statistical differences due to the deficit irrigation action, with T2 presenting the highest averages with 8.28 fruit/plants and 19.57 t/ha. The weight (g) of the fruit was similar in all the treatments, between 113.38 and 115.3 g/fruit. The pepper crop can support a 20% reduction of the irrigation depth without affecting production and thus obtain more efficiency of water use.

Keywords: deficit irrigation, evaporimeter tank, sheets, evapotranspiration, efficiency of water use.

INTRODUCCIÓN

El principal problema que surge al no conocer los efectos causados por el riego deficitario en la etapa del desarrollo del pimiento, es la frecuencia de riego, cantidad de agua aplicada, y producción estimada, provocando el uso indiscriminado del agua en el riego. Esta problemática se debe a la escasa investigación en nuestro medio sobre esta estrategia de riego que pueda ser utilizada netamente en la producción agrícola de la zona norte de la provincia, que pueda generar ingresos directamente económica y beneficio en la alimentación.

La producción agrícola en la mayor parte del mundo obliga de manera indispensable el uso eficiente del agua con medidas óptimas y necesarias cuyo importancia recae directamente en el manejo tradicional y uso del recursos hídrico. El riego deficitario es una de las estrategias en la aportación del agua

para riego, en cada una de las etapas de los cultivos, cubriendo sus necesidades bajo sus requerimientos fisiológicos, empleadas en un buen programa de riego, no obstante a esto significara una problemáticas en el rendimiento y calidad de los productos (Rodríguez *et al.*, 2014).

El impacto de esta estrategia de riego radica en el aprovechamiento del agua en los sistemas de producción utilizado en muchos cultivos y evitando consecuentemente posibles afectaciones en los rendimientos. Molina *et al.* (2015), aplicaron el riego deficitario en el cultivo de *Pyrus communis*, obteniendo resultados positivos en la tasa de crecimiento del fruto, y el ahorro del 33 y 45% de agua aplicadas en riego. Tarek *et al.* (2017), aseguran que la capacidad de retención del agua en los suelos especialmente de superficie áridos hace que la frecuencia de riego se aumenten para posibilitar la duración en tiempos del bulbo húmedo, en los rendimientos fresco de tubérculos.

En la actualidad la utilización del riego deficitario en lugares semiáridas donde existe la escasez de agua progresivamente o por condiciones climáticas, se analiza con el ámbito de proteger tanto los recursos hídricos como la biodiversidad, aplicadas en cultivos de frutas, además la intención se direccionaría en cuanto a materiales vegetales capaces de mantener rendimiento y calidad, con un impacto muy reducido a dichas variables (Galindo *et al.*, 2017; Ningbo *et al.* 2009).

Con estos antecedentes se tuvo como objetivo evaluar la influencia del riego deficitario en la etapa de desarrollo del cultivo de pimiento, lo cual permita tener un uso eficiente del agua para el riego.

Materiales y métodos

Ubicación

El desarrollo de la presente investigación se la realizó en la parroquia San Antonio de cantón Chone, la misma cuenta en los primero 30 cm con un suelo franco y entre 30 y 70 cm con una textura areno-franca. La zona en estudio presenta un clima tropical con una temperatura promedio 25.7°C y la precipitación es de 1058 mm al año concentrada entre los meses de enero y abril, el resto del año se considera verano con ausencia de lluvias.

Material experimental

Se utilizó como material experimental semilla de pimienta híbrida variedad Quetzal, sembrado a un distanciamiento de 1 m entre hilera y 0.5 m entre planta.

Manejo del experimento

Se estudió cuatro láminas de riego las mismas que fueron establecidas reduciendo la totalidad de la Etc, obteniendo así los siguientes tratamientos: 70%, 80%, 90% y 100% (control) de la Etc. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con tres réplicas. La unidad experimental estuvo conformada por 100 plantas divididas en cuatro hileras. Los cálculos del requerimiento hídricos del cultivo se realizaron mediante la metodología del Tanque Tipo A, donde

$$E_{c_{tina}} = E_v * K_p$$

$E_{c_{tina}}$ = evapotranspiración de referencia (tomada del Tanque tipo A)

E_v = Lectura diaria tomada del Tanque Tipo

K_p = coeficiente de corrección del tanque (en este caso se consideró un valor de 0.7 de acuerdo al manual de la FAO).

Riego

La aplicación del riego se lo realizó mediante un sistema riego por goteo, con un gotero de un caudal de 3.8 L/h ubicado en una manguera de 16 mm de diámetro nominal, cada 0.5 m entre gotero. La frecuencia de riego fue establecida en dos días. Para del control de riego en cada línea de goteo en las unidad experimental se colocó una válvula de control. El cálculo de los parámetros de riego se lo realizó mediante las siguientes ecuaciones:

El volumen total de riego:

$$V_t = V_a / E_f \quad (1)$$

Donde,

V_t = volumen total de riego (litros día planta)

V_a = volumen de aplicación (litros día planta)

E_f = eficiencia de riego (en este caso se consideró 90%)

El volumen de aplicación (V_a)

$$V_a = E_{tc} * E_h * E_p, (2)$$

E_{tc} =Evapotranspiración del cultivo

E_h = Espaciamiento entre hilera

E_p =Espaciamiento entre planta

Evapotranspiración del cultivo

$$E_{tc} = E_{t_{tina}} * K_c * FC (3)$$

Donde,

$E_{t_{tina}}$ = evapotranspiración de referencia tomada del Tanque Tipo A (mm/día)

K_c = coeficiente del cultivo (varía en función de la epata del cultivo)

FC = factor de cobertura (en este caso de consideró 0.8)

El tiempo de riego fue calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de riego (horas)} = V_t * Fr / q * n_g$$

V_t = volumen total (litros por planta diario)

Fr =frecuencia de riego (días)

q = caudal del gotero (L/h)

n_g = número de goteros por planta (en este caso fue de un gotero por planta)

Manejo del cultivo

El manejo del cultivo de pimiento se lo realizó se la realizo en bandejas germinadoras, el trasplante se realizó a los 28 días. El tutorado se lo realizo cuando la planta alcanzo de 20 a 30 cm, para esto se utilizó postes de cañas guadua y alambres con una altura de 1,60 m, fertilizantes y los controles Fitosanitarios en toda la etapas se realizaron bajo la recomendaciones del INIAP donde se establecieron los controles en el momento requerido

VARIABLES ANALIZADAS

Parámetros de riego.- En esta variable se tendrá al consumo de agua en mm la misma que será la suma de todas las aplicaciones de agua realizadas al cultivo y también se evaluará el uso eficiente del agua representada como kg de pimiento por metro cubico de agua aplicada (kg/m^3).

Parámetro vegetativo.- Entre las variables vegetativas se tendrán: Altura de la planta (cm), número de hojas, estas variables se la medirá cada 10 días durante la etapa de crecimiento del cultivo.

Parámetro de producción.- La producción se medirá en: número de frutos por planta, peso de los frutos por planta (g), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm) y peso de paca de pimiento en relación kg/ha . Estas evaluaciones se la realizaron durante cinco semanas de producción.

Parámetro económico.- Para la realización de esta variable se tomó en cuenta los costos generados por el riego entre ellos estuvieron: mano de obra, costo del agua (m^3) y costo de la energía. Los valores se realizaron en cada tratamiento del estudio.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, con uso de medidas de tendencia central y dispersión. Además, se realizaron análisis de regresión para las variables que se requirió. Los datos fueron presentados en tablas y gráficos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

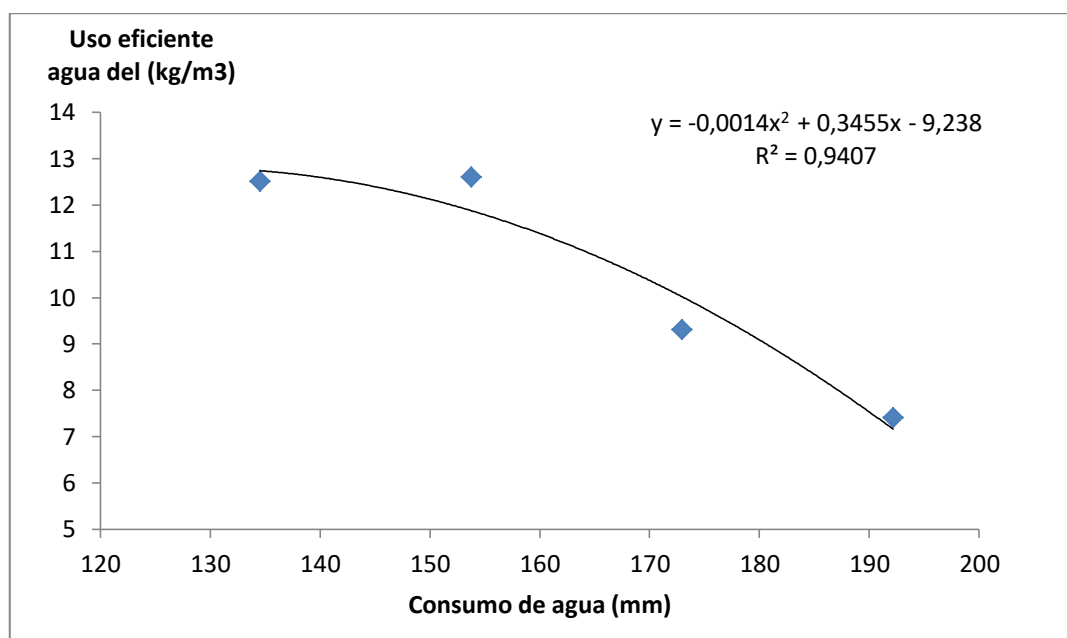
Consumo y uso eficiente del agua

El consumo de agua disminuyó conforme la reducción del riego deficitario, con un consumo máximo de 192.17 mm durante los 90 ddp, con una $E_{t_{tina}}$ de alrededor 2.8 mm/día. El uso eficiente del agua fue mayor en el T1 y T2 con 12.5 y 12.6 kg/m^3 . Rodríguez *et al.* (2014), al reducir la lámina de riego en 20 y 40% obtuvieron 12.93 y 14.67 kg/m^3 con una frecuencia de riego de dos días, sin embargo, al realizar riegos diarios estos valores fueron superiores. Lo que hace entrever la posible influencia de la frecuencia de riego en la acción del riego deficitario probablemente con una mayor frecuencia de riego se tendría una menor eficiencia del uso del agua. El testigo obtuvo 7.4 kg/m^3 mayor a lo registrado Rivera *et al.* (2017), quienes reportan 5.1 kg/m^3 con la diferencia que el cálculo de riego se lo realizó mediante el uso de tensiómetro.

Tabla 1. Valores de consumo y uso eficiente del agua

Tratamiento	Consumo de agua (mm)	Eficiencia del uso de agua (kg/m ³)
T1	134.52	12.5
T2	153.74	12.6
T3	172.95	9.3
Testigo	192.17	7.4

Al relacionar el consumo de agua y la eficiencia del agua se tiene una regresión cuadrática (Grafico 1), observándose que a medida que aumenta el consumo disminuye la eficiencia del agua. Lo cual sugiere que el cultivo tiene un límite productivo y que la aplicación excesiva de agua de riego no aumenta su producción por el contrario hace menos eficiente el uso del agua. Obviamente este consumo está determinado por las condiciones climáticas de la zona en estudio.



Altura de planta

En la tabla 2, se observan los valores promedios de la altura de planta, en los diferentes días de evaluación. La lámina de riego tuvo influencia en las dos primeras evaluaciones siendo la reducción del 20% (T2) quien presenta los mayores promedios, lo cual no es consistente a los 47 ddp donde no se encontraron diferencias estadística ($p > 0.05$). Sezen *et al.* (2006), señalan que las altura de la planta en las cosechas variaron en los tratamientos de 0.48 a

0.64 cm registrándose con la mayor altura en los tratamientos con menor frecuencia de riego. Lo cual es consistente con lo antes sugerido que la frecuencia de riego está ligada al riego deficitario.

Tabla 2.- Valores promedios de la altura de planta (cm) del cultivo de pimiento

Tratamiento	Días después del trasplante		
	27	37	47
T1	19.22 ab	34.56 a	62
T2	20.03 a	35.25 a	58.88
T3	16.81 b	32.88 a	58.0
T4	16.25 b	28.38 b	54.94
Probabilidad	0.03	0.01	0.3
Error estándar	0.92	41.3	42.58

a, b, letras distintas en una misma columna indican diferencia significativa según Tukey al 0.05.

Producción

En la tabla 3 se presentan los valores correspondientes a la producción del pimiento. Con respecto al peso del fruto este no presentó variación por la reducción de la lámina de riego. Sin embargo, en la variable número de frutos por planta y rendimiento se tienen diferencias significativas ($p < 0.001$), siendo la lámina de 80% de la Etc quien presenta los mayores promedios con 8.28 N°frutos/planta y 19.57 t/ha. Fernández *et al.* (2005), al aplicar un régimen de déficit de entre 20 y 50% de la Etc encontraron que si son afectados el número total de frutos y además de su calidad. Adoye *et al.* (2014), manifiestan una relación entre el intervalo de riego y el rendimiento del pimiento donde con riego en frecuencias mayores a tres días el rendimiento disminuye, lo que sugiere que una frecuencia de más de tres días se crea un déficit hídrico de mayor influencia al provocado arbitrariamente con la reducción de la Etc.

Lo determinante para obtener un mayor rendimiento en el T2 fue el haber obtenido un mayor número de frutos por planta ya que el peso del fruto fue similar en todos los tratamientos. Es posible sugerir que con este método de cálculo de riego es posible disminuir hasta un 20% la lámina de riego sin que afecte la producción. En el testigo (100% Etc) se pudo observar una propagación de hongos y bacterias lo cual provocó la disminución de la población en un 10%, por otro lado, era visible el exceso de humedad en el suelo, a diferencias de los demás tratamientos.

Tabla 3.- Variables relacionadas con la producción del cultivo de pimiento

Tratamiento	Peso fruto (g)	Nº de fruto/planta	Rendimiento t/ha
T1	113.4	7.24 b	16.9 b
T2	113.38	8.28 a	19.57 a
T3	114.28	7.10 b	16.02 b
T4	115.3	6.26 c	14.58 c
Probabilidad	0.8	<0.001	<0.001
Error estándar	41.85	40.15	0.25

Conclusión

El cultivo de pimiento tolera una reducción del 20% de la lámina de riego sin que afecte la producción siempre este cultivado en un suelo franco arenoso, y que la frecuencia de riego sea de dos días y el cálculo del riego se realice con la tina evaporímetra tipo A. Por otro lado, la reducción de la lámina de riego hace más eficiente el uso del agua de riego.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeoye, PA; Adesiji, RA; Oloruntade, AJ; Njemanze, CF(2014) Effect of irrigation intervals on growth and yield of bell pepper (*Capsicum annum*) in a tropical semi-arid región. Am.J.Exp.Agric.4(5):515-524.
- Escalante Estrada , L.,E; Linzaga Elizalde, C; Escalante Estrada,Y.,I; Carreño Roman,E. (2007). Forma de preparar el terreno de siembra para obtener buenas cosechas. Revista Alternativas, 5(13). Recuperado de: <http://www.itson.mx/micrositios/plazas/administrativas/Documents/siembra.pdf>
- Fernández, MD; Gallardo, M; Bonachela,S; Orgas, F; Thompson, RB; Fereres, E(2005) Water use and production of a greenhouse pepper crop under optimun and limited wáter supply.J.Hortc.Sci.Biotechnol.80:87-96.
- Galindo, A; Collado González, J; Griñan, I; Corell, M; Centeno, A; Martin Palomo, M.J; Girón, I.F; Rodríguez, P; Cruz, Z.N; Hemmi, H; Carbonell Barrachina, A.A; Hernández, F; Torrecillas, A; Moriona, A; López Pérez,

- D. 2017. Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid agrosystems. *Agricultural Water Management*, in press.
- Molina, M; Vélez, J; Rodríguez, P. 2015. Efecto del riego deficitario controlado en las tasas de crecimiento del fruto de pera (*Pyrus Communis* L.), var. Triunfo de viena. *Revista Colombia de ciencias hortícolas*, 9(2), 234-246.
- Ningbo, C; Taisheng, D; Fusheng, L; Ling, T; Shaozhong, K; Mixia, W; Xiaozhi, L; Zhijun, L. 2009. Response of vegetative growth and fruit development to regulated deficit irrigation at different growth stages of pear-jujube tree. *Agricultural Water Management*, 96(8), 1237-1246.
- Rivera, R; Rodríguez, F; Mesías, Gallo; Mendoza, D. 2017. Hydrogel for improving water use efficiency of *Capsicum annuum* crops in Fluvisol soil. *Rev. FCA. Uncuyo*. In press
- Rodríguez, R; Razuri, L; Swarowsky, A; Rosales, J (2014). Efecto de riego deficitario y diferentes frecuencias en la producción del cultivo de pimentón. *Asociación Interciencia*. 39(8):591-596.
- Sezen, SM; Yazar, A; Eker, S; Burcak, K (2011). Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. *African journal of Biotechnology*. 10(8):1329-1339.
- Tarek K, Z; Mohamed A, M; Alazba, A. A; Hussein, M A. 2017. Comparative effects of two Water-saving irrigation techniques on soil water status, yield, and water use efficiency in potato. *Revista Scientia Horticulturae*, 225, 525-532.