

## EFECTO DEL RIEGO Y LA COBERTURA DEL SUELO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE DOS CULTIVARES DE AJÍ DULCE

José A. Gil-Marín<sup>1</sup>, Nelson J. Montaña-Mata<sup>2</sup> y Ramiro Plaza<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se realizó un experimento en el sistema de riego sector Perú-San Vicente, municipio Maturín, estado Monagas, con el objetivo de determinar la lámina de riego más apropiada para dos cultivares de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo cobertura de suelo. Mediante riego por goteo (un emisor por planta con descarga de 1,2 L·h<sup>-1</sup>) se evaluaron cuatro láminas de riego para los cultivares Perú 92 y Diamond, calculadas en base a un 60, 70, 80 y 100 % de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>), combinadas o no con la técnica de acolchado del suelo. La ET<sub>c</sub> se determinó en función del coeficiente del cultivo y de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>), y esta última se estimó como el 75 % de la evaporación medida en una tina tipo "A". Se usó un diseño de parcelas sub-divididas en bloques al azar con tres repeticiones, donde la parcela principal estuvo representada por los dos cultivares, la sub-parcela por la condición de cobertura del suelo y la sub-sub-parcela por la lámina de riego. La separación entre plantas fue de 0,33 m y 1,0 m entre hileras. Se determinó el rendimiento así como el peso y número de frutos por planta. El mayor rendimiento de frutos lo produjo el cultivar Perú 92 con la estrategia de riego del 80 % ET<sub>c</sub> y el uso del acolchado plástico, lo cual sugiere que bajo esas condiciones se podría incrementar hasta en un 60 % los rendimientos del cultivo de ají.

**Palabras clave adicionales:** Tina de evaporación, evapotranspiración, eficiencia de uso del agua, láminas de riego

### ABSTRACT

#### Effect of irrigation and plastic mulch over productivity of two sweet pepper cultivars

The experiment was performed in the irrigation system of sector Peru-San Vicente, Maturin municipality, Monagas State, to determine the most appropriate irrigation depth in two cultivars of sweet pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under soil coverage. Drip irrigation (a drip per plant with a flow rate of 1.2 L·h<sup>-1</sup>) was used to evaluate four irrigation levels for the cultivars Peru 92 and Diamond, with or without the use of soil plastic mulch. The irrigation levels were 60%, 70%, 80% and 100 % of the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) calculated as a function of the crop coefficients and reference evapotranspiration (ET<sub>0</sub>). The ET<sub>0</sub> was estimated as 75 % of the type A evaporation pan. A split-split plot design was used in randomized blocks with three replications, where the main plot was represented by the cultivars, the sub-plot for the soil coverage (plastic mulch or bare soil) and the sub-subplot for the irrigation level. Plants were spaced 0.33 x 1.00 m. The weight of fruit, fruit number per plant and yield was tested. The highest fruit yield was produced by the cultivar Peru 92 with the irrigation 80 % ET<sub>c</sub> with the use of plastic mulch, which suggests that the yield of sweet pepper could increase up to 60 % under those conditions.

**Additional key words:** Evaporation pan, evapotranspiration, water use efficient, irrigation depth

### INTRODUCCIÓN

El ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) es una hortaliza perteneciente a la familia de las solanáceas que en el país tiene un uso fundamental como consumo fresco en forma de condimentos. Además, se utiliza en la elaboración de salsas envasadas y es potencialmente útil para ser deshidratado o molido para aprovecharse como producto en polvo. El futuro de este cultivo tiene gran expectativa en Venezuela por sus pocas

exigencias de suelo, agua y nutrientes, así como su alta resistencia a plagas y enfermedades (Montaña, 2000). A pesar de ser un cultivo perenne, el ají se maneja comercialmente como un cultivo anual, obteniéndose así una mayor rentabilidad económica (Tamado, 1988).

En el país la producción de ají dulce es muy importante, y tiene gran popularidad en la región nororiental, especialmente en los estados Sucre, Monagas, Nueva Esparta, Bolívar y Anzoátegui, (Aguilar, 2009). Para el año 2009, en el estado

---

Recibido: Septiembre 26, 2011

Aceptado: Abril 26, 2012

<sup>1</sup> Dpto. de Riego y Drenaje, Universidad de Oriente. Maturín. Venezuela. e-mail: jalexgil@cantv.net

<sup>2</sup> Dpto. de Agronomía, Universidad de Oriente. Maturín. Venezuela

Monagas se sembró una superficie de 67,46 hectáreas y el rendimiento promedio fue de 11,8 Mg·ha<sup>-1</sup> (datos obtenidos del Ministerio de Agricultura y Tierras de Venezuela).

Para el establecimiento, desarrollo y producción de este rubro se hace necesario considerar el manejo del agua de riego, con el propósito de optimizar el uso del recurso hídrico. El método de riego por superficie sigue siendo el más utilizado en Venezuela ya que se aplica en 80 % del área irrigada (FAO, 2002); por lo tanto, existe la necesidad de incrementar la eficiencia del riego mediante el cambio a sistemas presurizados en combinación con otras técnicas, como fertirrigación y acolchado plástico, especialmente en cultivos de alto valor comercial como las hortalizas. El acolchado ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores (Ibarra y Rodríguez, 1991). El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar la totalidad de las malezas debido a su impermeabilidad a la luz que impide la actividad fisiológica de las malezas (Robledo y Martín, 1988). La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, y prácticamente la única pérdida de agua es por percolación ya que con el acolchado se impide la evaporación casi en su totalidad (Fan et al., 2005).

El acolchado plástico hace más competitiva la producción de hortalizas ya que puede generar mayores rendimientos y calidad de los frutos, aumenta la eficiencia y el control de malezas, reduce las pérdidas por percolación de fertilizantes y la compactación del suelo (Lamont, 1993; Kasperbauer, 2000). Otros efectos benéficos del acolchado plástico es que permite la aplicación de técnicas como trasplante y fertirrigación para mejorar el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Tarara, 2000; Andino y Motesendbocker, 2004).

Para elevar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la productividad del ají dulce en las zonas agrícolas del país es necesario evaluar su respuesta en fruto verde, a diferentes niveles de aplicación de agua con riego por goteo y acolchado plástico, como se hizo en esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de cuatro láminas de riego por goteo y el uso del acolchado plástico negro en dos de sus cultivares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el sector de San Vicente, municipio Maturín, estado Monagas, Venezuela, entre los meses de marzo y agosto de 2010. La latitud corresponde a 9°44' N y la altitud es de 51 msnm.

El clima de la zona según Holdridge es del tipo Bosque Seco Tropical, caracterizado por presentar una estación lluviosa de mayo a diciembre y una estación seca de enero a abril, con una precipitación media anual de 1219,6 mm, una temperatura media anual de 25,9 °C, con una evapotranspiración potencial de 1372 mm y una evaporación de 1573 mm.

Los suelos predominantes son de texturas arenosas, y se clasifican taxonómicamente como ultisol (paleustults), oxisoles (haplustox), entisol (quartzipsaments). Los dos primeros son suelos muy lixiviados, pobres en nutrientes y baja fertilidad. Existen sectores con horizontes argílicos a profundidades de 50 cm, los cuales constituyen las mejores condiciones físicas para la actividad agropecuaria, presenta drenajes rápidos, con pH moderadamente ácidos (4,5-5,5) con baja capacidad de intercambio de cationes y bajo porcentaje de materia orgánica.

Se utilizaron los cultivares Perú 92, proveniente del sector San Vicente, y Diamond, el cual es de venta comercial, combinados con dos niveles de cobertura de suelo (con acolchado plástico negro o sin acolchado), y cuatro dosis de riego (60, 70, 80 y 100 % de la ET<sub>c</sub>). Se empleó la fórmula  $ET_c = ET_0 \times K_c$ , donde ET<sub>0</sub> es la evapotranspiración de referencia, y K<sub>c</sub> el coeficiente del cultivo de ají (varía con la edad del mismo).

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) se obtuvo mediante la fórmula  $ET_0 = E_v \times K_p$  donde E<sub>v</sub> es la evaporación medida en un tanque evaporímetro tipo A, y K<sub>p</sub> la constante del tanque (se asumió el valor de 0,75).

Los coeficientes del cultivo (K<sub>c</sub>) de ají para diferentes etapas del crecimiento fueron estimados según lo señalado por Allen et al. (1998): 0,40 para la etapa inicial (0-20 días); 0,40-0,70 para la etapa de desarrollo (20-50 días); 1,05 para la etapa de formación, floración y llenado de fruto (50-80 días) y 0,80-0,90 para la última etapa del ciclo y la cosecha (80-120 días).

Los tratamientos fueron establecidos según un diseño experimental de bloques al azar en parcelas sub-divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal estuvo representada por los dos cultivares, la sub-parcela por la cobertura y la sub-sub-parcela por el riego.

Las sub-parcelas estuvieron constituidas por cuatro laterales de 10 m de longitud, separados a 1 m entre ellos, con goteros de riego cada 0,33 m, considerándose para efectos de evaluación sólo las dos hileras centrales.

Se instaló un sistema de riego por goteo con descarga de 1,20 L·h<sup>-1</sup> por emisor. Posteriormente, se instaló el acolchado plástico con la finalidad de eliminar la totalidad de las malezas.

La preparación del terreno se realizó con tres pases de rastra y se aplicó cal agrícola a razón de 500 kg·ha<sup>-1</sup>. Las plántulas fueron obtenidas en bandejas de germinación. Luego de efectuar el primer riego, se realizó el trasplante, 42 días después de la germinación, según lo señalado por Montaña (2000).

El control de malezas, cuando la incidencia de éstas lo requirió, se efectuó de forma manual o con herbicida. Asimismo, se realizó apropiado control fitosanitario del ensayo.

La fertilización se realizó a través del sistema de riego usando diariamente fertilizantes solubles de fórmula 27,5-49-0 durante los primeros 35 días y la fórmula 28-14-30 durante el resto de la etapa del cultivo. La cantidad de fertilizante aplicado estuvo en el rango de 200-500 g·día<sup>-1</sup>. Se hicieron los ajustes necesarios en el sistema con el fin de mantener iguales las dosis aplicadas por planta, independientemente de los diferentes volúmenes de agua empleados en cada tratamiento de riego.

Por último se calculó la eficiencia del uso del agua expresada como el peso de fruta verde producida por volumen de agua utilizada.

Los resultados se compararon mediante análisis de varianza y prueba de medias de Duncan utilizando el programa SAS v. 9.0 (Cary, NC).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Peso del fruto:** El riego R(100) produjo los frutos con mayor peso, independientemente del cultivar y la cobertura de suelo, superando al resto de las estrategias de riego (Cuadro 1), las cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

El peso de frutos fue mayor cuando no se usó cobertura tanto en el cultivar Diamond como en Perú 92 ( $P \leq 0,05$ ). Probablemente ambos cultivares con cobertura fueron afectados por el exceso de agua debido a la escasa evaporación que ocurre bajo el acolchado (Ibarra y Rodríguez, 1991). Esto sugiere que el cultivo de ají resiste poco los excesos de agua, particularmente en suelos mal drenados. Ferreyra et al. (1985) encontraron que contenidos altos de humedad disminuyeron el peso seco de fruto y raíces del pimentón (*Capsicum annuum* L.), coincidiendo con los resultados de este ensayo.

**Cuadro 1.** Efecto del riego (R) sobre el peso del fruto en el cultivo de ají dulce

Estrategia de riego (% ET <sub>c</sub> )	Peso del fruto (g)
R(100)	11,51 a
R(80)	10,04 b
R(70)	10,02 b
R(60)	9,70 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). C.V.=7,9 %

Por otra parte, el primer cultivar, sin cobertura, superó al Perú 92, pero fue superado por éste cuando se utilizó acolchado del suelo (Cuadro 2), lo que responde a una interacción entre el cultivar y la cobertura.

**Cuadro 2.** Efecto de la interacción cultivar x cobertura sobre el peso del fruto en el cultivo de ají dulce

Condición del suelo	Cultivar	Peso del fruto (g)
Sin cobertura	Diamond	12,55 a
Sin cobertura	Perú 92	11,52 b
Con cobertura	Perú 92	8,89 c
Con cobertura	Diamond	8,30 d

Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). C.V.=2,2 %

**Número de frutos por planta:** El cv. Perú 92 produjo mayor número de frutos por planta que el cv. Diamond ( $P \leq 0,05$ ) independientemente de la cobertura de suelo y la estrategia de riego utilizada (Cuadro 3).

La estrategia de riego de R(80) y R(100), ambas con cobertura de suelo, produjeron el

mayor número de frutos por planta ( $P \leq 0,05$ ), mientras que R(70) y R(60) sin cobertura presentaron los menores valores (Cuadro 4). A pesar de la pequeña interacción existente entre el riego y la cobertura, se observó que en general la mayor cantidad de frutos se encontraron en las plantas cultivadas en el suelo acolchado, y la menor cantidad en aquellas que recibieron los menores volúmenes de riego. En la condición de suelo desnudo, el número de frutos disminuyó a medida que fue menor la lámina de riego.

La menor cantidad de frutos en los tratamientos con menor volumen de riego, especialmente en los suelos sin cobertura, se atribuyen a una posible caída de flores y/o frutos recién cuajados.

**Rendimiento de frutos y eficiencia en el uso del agua:** El rendimiento de frutos del cv. Perú 92 superó siempre al de Diamond ( $P \leq 0,05$ ) en los tratamientos de riego que contemplaron mayor volumen de agua, independientemente del uso o no de cobertura del suelo (Cuadro 5).

**Cuadro 3.** Efecto del cultivar de ají dulce sobre el número de frutos cosechados

Cultivar	Frutos/planta
Perú 92	60,86 a
Diamond	25,16 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). C.V.=8,9 %

**Cuadro 4.** Efecto de la interacción riego x cobertura sobre el número de frutos cosechados en el cultivo de ají dulce

Estrategia de riego (% ET <sub>c</sub> )	Condición del suelo	Frutos por planta
R(100)	Con cobertura	52,34 ab
R(80)	Con cobertura	60,90 a
R(70)	Con cobertura	38,10 bc
R(60)	Con cobertura	43,76 bc
R(100)	Sin cobertura	43,87 bc
R(80)	Sin cobertura	37,72 bc
R(70)	Sin cobertura	36,76 c
R(60)	Sin cobertura	31,08 c

Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 5.** Efecto de la interacción cultivar x riego x cobertura sobre el rendimiento de fruto en el cultivo de ají dulce

Estrategia de riego (% ET <sub>c</sub> )	Condición del suelo	Cultivares	
		Perú 92	Diamond
		Rendimiento (Mg·ha <sup>-1</sup> )	
R(60)	Con cobertura	13.538 BCDay	5.879 Bby
	Sin cobertura	8.811 Eayz	6.347 AaBx
R(70)	Con cobertura	9.818 Eaz	7.311 AaBxy
	Sin cobertura	11.909 CDEaxy	6.688 AaBx
R(80)	Con cobertura	19.113 Aax	9.688 Abx
	Sin cobertura	10.765 DEay	7.084 ABbx
R(100)	Con cobertura	16.295 AaBxy	9.720 Abx
	Sin cobertura	14.779 BaCx	8.204 ABbx

Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Letras mayúsculas (A,B) para las comparaciones verticales. Letras minúsculas (a,b) para las comparaciones horizontales. Letras minúsculas (x,y,z) para las comparaciones entre estrategias de riego en una misma condición de suelo y cultivar

Rázuri et al. (2009), quienes cultivaron ají dulce con riego localizado, obtuvieron un rendimiento promedio de 10.736 kg·ha<sup>-1</sup>, el cual es menor a la mayoría de los rendimientos obtenidos en el presente trabajo por el cv. Perú 92. El rendimiento promedio de ají reportado para el año 2010 en Venezuela fue de 16 ton (FAOSTAT, 2012), mientras que en el estado Monagas, durante el mismo año, fue de 11,8 ton·ha<sup>-1</sup>. La

comparación entre este rendimiento y el mayor rendimiento obtenido en este trabajo sugiere que al utilizar el cv. Perú 92 con acolchado plástico y riego con el 80 % de la ET<sub>c</sub> se podría incrementar en un aproximadamente un 60 % los rendimientos de ají dulce en las zonas productoras del estado Monagas.

En este trabajo el peso del fruto fue afectado por el uso del acolchado plástico en ambos

cultivares (Cuadro 2), pero los rendimientos totales fueron compensados, en la mayoría de los casos, por el mayor número de frutos por planta (Cuadro 4). Por su parte, los frutos en los tratamientos acolchados estuvieron aptos para la primera cosecha una semana antes que en el tratamiento sin acolchado, lo que indica que tuvieron una ganancia en cuanto a precocidad.

**Cuadro 6.** Promedios de rendimientos de frutos y eficiencia de uso del agua (kg de fruto en verde por mm de agua aplicada) en ají dulce

Tratamiento	Eficiencia de uso del agua aplicada (kg·mm <sup>-1</sup> )
R(60)V1C1	17,59 bcd
R(70)V1C1	12,61 efg
R(80)V1C1	24,24 a
R(100)V1C1	20,20 ab
R(60)V1C2	11,45 efgh
R(70)V1C2	15,29 cde
R(80)V1C2	13,66 edf
R(100)V1C2	18,31 bc
R(60)V2C1	7,64 h
R(70)V2C1	9,39 fgh
R(80)V2C1	12,29 efgh
R(100)V2C1	12,05 efgh
R(60)V2C2	8,25 gh
R(70)V2C2	8,59 gh
R(80)V2C2	8,99 fgh
R(100)V2C2	10,16 fgh

R=Riego; V1=Perú 92; V2=Diamond; C1=con cobertura; C2=sin cobertura. Letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En general se observa que las eficiencias más altas se alcanzaron con el cv. Perú 92 con uso de acolchado plástico (Cuadro 6). Smittle et al. (1994) y Wang et al. (1998) observaron que el acolchado plástico, al limitar la evaporación directa del agua, puede disminuir los efectos adversos del déficit hídrico y aumentar la asimilación de los nutrientes del suelo. Asimismo, Tarara (2000) e Inzunza et al. (2007) señalan que se crean condiciones de mayor disponibilidad y menor variabilidad de la humedad del suelo en el área circundante de las raíces, lo que puede propiciar un mayor rendimiento.

## CONCLUSIONES

El cv. Perú 92 presentó el mayor rendimiento de frutos independientemente de la lámina de riego aplicada o del uso de cobertura de suelo.

La cobertura de suelo afectó negativamente el peso del fruto en ambos cultivares, pero esto fue compensado con un mayor número de frutos por planta. El uso de la cobertura también incrementó la eficiencia en el uso del agua aplicada.

Cuando no se usó cobertura el número de frutos disminuyó a medida que fue menor la lámina de riego.

## LITERATURA CITADA

1. Aguilar, Z. 2009. Ají dulce, el toque mágico de la comida venezolana. [http://gastronomia.unimet.edu.ve/Congreso/ponencias\\_files/](http://gastronomia.unimet.edu.ve/Congreso/ponencias_files/) (consulta del 15/02/2010).
2. Allen, R., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Serie de Riego y Drenaje, FAO-56. Roma. 301 p.
3. Andino, J. y C. Motesendbocker. 2004. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield watermelon. *HortScience* 39: 1246-1249.
4. Fan, T., B. Stewart, W. Payne, Y. Wang, S. Song, J. Luo y C. Robinson. 2005. Supplemental irrigation and water-yield relationships for plasticulture crops in the loess plateau of China. *Agron. J.* 97: 177-188.
5. FAO. 2002. Agua y cultivos. FAO. Roma 120 p.
6. FAOSTAT. 2012. Producción agrícola. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> (consulta del 26/02/2012).
7. Ferreyra, E., S. Sellesvan y T. Tosso. 1985. Effect of different water levels on pepper. Influence of excess humidity. *Agricultura Técnica* 45(1): 47-51.
8. Ibarra, J. y P. Rodríguez. 1991. Acolchado de suelo con películas plásticas. Editorial Limusa. México
9. Inzunza, M., S. Mendoza, E. Catalán, M. Villa, I. Sánchez y A. López. 2007. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. *Fitotecnia Mexicana* 30(4): 429-436.
10. Kasperbauer, M. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Sci.* 40: 171-174.
11. Lamont, W. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 3(1): 35-39.

12. Montaña-Mata, N. 2000. Efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq). *Bioagro* 12(2): 55-59.
13. Rázuri, L., A. Pérez, J. Hernández y J. Rosales 2009. Manejo del agua en el cultivo del ají (*Capsicum chinense* Jacq) a través de tensiómetro y tina de evaporación, utilizando riego localizado. [www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29811/1/](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29811/1/) (consulta del 15/03/2010).
14. Robledo de P., F. y V. Martín. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
15. Smittle, D., W. Dickens y J. Stansell. 1994. Irrigation regimens effect yield and water use by bell pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 936-939.
16. Tamado, D. 1988. Manual de Horticultura. Edit. G. Gili, S.A. de C.V. México.
17. Tarara, J. 2000. Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience* 35: 169-179.
18. Wang, S., G. Galleta y M. Camp. 1998. Mulch types affect fruit quality and composition of two strawberry genotypes. *HortScience* 33: 636-640.