

SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN Y ACOLCHADO PLÁSTICO EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*CAPSICUM CHINENSE* JACQ.)

Rutilo López López^{1*} y Felipe Mirafuentes Hernández²

*Autor responsable: rutilolopez62@prodigy.net.mx

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Balancán, Tabasco, México, en un Vertisol rendzico. Los objetivos fueron: a) evaluar el efecto de la fertirrigación basada en NPK sobre el rendimiento del cultivo en el sistema de microirrigación; b) evaluar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento del cultivo con acolchado plástico y c) determinar la viabilidad económica del sistema de fertirrigación con acolchado plástico y sin acolchado. De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que con la tecnología del fertirriego y el acolchado plástico se incrementa el rendimiento desde 7% comparado con el método y fórmula tradicional, y hasta 55% comparado con el sistema de temporal.

La densidad de población de 22,300 plantas (1.5 m x 0.30 m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que él sin acolchado. La densidad de población de 22,300 plantas (1.5 m x 0.30 m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que él sin acolchado.

Palabras clave: Fertirrigación, acolchado plástico, chile habanero, productividad

INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco, la producción de chile es diversa, sin embargo de todas las variedades cultivadas, la que se siembra en mayor superficie es el chile habanero (*Capsicum chinense*, Jacq.) Alrededor de 300 hectáreas distribuidas en casi la mayoría de los municipios que presentan condiciones favorables para su producción (Prado-Urbina, 2001). El chile habanero es un cultivo tradicional en el estado de Tabasco, sin embargo los rendimientos no superan las 10 t ha⁻¹, debido al bajo nivel tecnológico que prevalece en la región. No obstante, con la tecnología de fertirrigación se puede mejorar los sistemas de producción (INIFAP, 1998).

¹ INIFAP, CIRGOC Campo Experimental Balancán

² INIFAP, CIRGOC, del Campo Experimental Huimanguillo

El sistema de riego por goteo y fertirrigación, permite ahorrar agua, fertilizante y mano de obra, y simultáneamente hace un control adecuado de su aplicación y distribución; posibilita su establecimiento en cualquier tipo de topografía y en suelos delgados; evita la ocurrencia de un estrés hídrico o nutricional debido a que se riega en forma continua y se aplica fertilizante frecuentemente, además permite una mejor dosificación y distribución más uniforme del agua y los nutrientes necesarios que la planta requiere.

Todo lo anterior conduce en un aumento de la productividad, debido a la sincronización de las necesidades de este último con la oportunidad de las aplicaciones de los fertilizantes. Los objetivos del estudio fueron: a) evaluar el efecto de la fertirrigación NPK sobre el rendimiento del cultivo con sistema de microirrigación; b) evaluar el efecto de la densidad de población con acolchado plástico sobre el rendimiento del cultivo y c) determinar la viabilidad económica del sistema de fertirrigación y acolchado plástico con respecto al sin acolchado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Balancán, ubicado en la Región de los Ríos, Tabasco, México en un Vertisol rendzico (Ve +Re), de textura arcillo-arenosa en los primeros 30 cm sobre un horizonte franco, son de origen calcáreo, pH alcalino (7.6), contenido medio de materia orgánica (2%), bajos en nitrógeno, fósforo (6.8 ppm), potasio (0.2) y magnesio (4.2 meq/100g); alto en calcio (23.3 meq/100g), altos en contenidos de Fe (34.8 ppm) y Mn (28.4 ppm) y bajos en Cu, Zn y S. El tipo de clima que se presenta en la región es cálido subhúmedo (Aw), la precipitación media anual es de 1500 mm y presentan dos períodos máximos de lluvia con un intervalo de disminución entre éstos (julio y agosto). El área experimental fue de una hectárea y se aplicó la tecnología de producción sugerida por el INIFAP en Tabasco.

El agua fue extraída de un pozo profundo, cuya calidad de acuerdo con Ayeres y Westcot, (1987) a partir del contenido total de sales y de sodio (C.E.= 0.79 mmhos/cm), se clasifica como: C₁ S₁, debido a la cantidad de Calcio y bicarbonatos (3.11 y 7.7 meq/L respectivamente) el nivel de riesgo del agua por taponamiento de emisores se clasifica como moderado.

Se instaló el sistema de riego con tuberías de PVC de 3 pulgadas para la conducción y distribución del agua, con laterales espaciadas a 1.5 m. Se instalaron dos válvulas para el control de dos secciones de riego y válvulas de admisión y expansión de aire. El diámetro de la lateral fue de 16 mm, calibre 8 mil, con goteros cada 40 cm y gasto de 1.6 litro por hora. La ecuación del emisor, es el siguiente:

$$q = 0.40h^{0.5}$$

donde q es el gasto en litros por hora y h es la presión de operación en m.c.a. La frecuencia de riego es diaria y el tiempo varió desde 2 hasta 4 horas. El momento y la lámina de riego estuvieron en función de la tensión de humedad del suelo (-20 a -30 cbar) según la etapa fenológica.

Se instaló en forma manual el acolchado plástico bicolor (negro-plateado) calibre 150, con perforaciones de 40 y 30 cm (distancia entre planta y planta). El color negro se colocó abajo y el plateado quedó hacia arriba. Posteriormente, se transplantó la plántula a los 30 días después de la germinación.

Experimento de fertirrigación. La fórmula de fertilización que se aplicó al suelo fue: 150-160-150 de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente. Antes del trasplante se hizo una fertilización de fondo de 20-115-60, por lo tanto, la fertirrigación fue de: 130-45-110, bajo el siguiente calendario de aplicación (Cuadro 1). Las dosis de fertilizantes se aplicaron con un inyector Vénturi, de 1 pulgada de diámetro.

Cuadro 1. Fertirrigación del chile habanero de acuerdo con la etapa fonológica.

| EDAD (días) | N ($Kg\ ha^{-1}$) | P_2O_5 ($Kg\ ha^{-1}$) | K_2O ($Kg\ ha^{-1}$) |
|--------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|
| 0-23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 24-45 | 15.0 | 15.0 | 19.0 |
| 46-90 | 72.5 | 15.0 | 52.5 |
| 91-140 | 42.5 | 15.0 | 38.5 |
| 141-150 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL | 130.0 | 45.0 | 110.0 |

La aplicación del fertilizante foliar se realizó a base de 20-30-10 (NPK) en dosis de $1\ kg\ ha^{-1}$ y Nitrógeno 44% en dosis de $1\ kg\ ha^{-1}$. Estos productos contienen además microelementos como el Ca, Na, S, Cu, Fe, B, Mo, Co, Mg, Mn, y Zn. También se aplicaron hormonas a base extracto de origen vegetal y productos de fermentación en la etapa de floración y maduración, cada quince días, en dosis de $0.25\ L\ ha^{-1}$. También para la fructificación y amarre de flores se aplicaron dosis de $0.5\ L\ ha^{-1}$ de fitohormonas, vitaminas y microelementos.

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con tres repeticiones, donde los tratamientos fueron: a) Fertilización de fondo: 20-115-60 + Fertiirrigación 130-45-110 de NPK y b) Testigo (fertilización tradicional 90-70-60 de NPK).

Experimento de acolchado plástico y densidad de siembra. Para determinar el efecto del acolchado plástico y la densidad de población óptima se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones, donde los tratamientos fueron: a) acolchado con $16750\ plantas\ ha^{-1}$, b) acolchado con $22,300\ plantas\ ha^{-1}$ y c) sin acolchado con $16750\ plantas\ ha^{-1}$ (testigo). Los tratamientos se distribuyeron en una sección de riego en donde se evaluaron 15 plantas por tratamiento o unidad experimental. Se midieron las variables del cultivo en la etapa de madurez: altura de planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, peso de frutos y rendimiento de frutos por hectárea.

Se realizaron 16 cortes en total con una periodicidad de 8 días. Las variables climáticas se obtuvieron de la estación climatológica del Campo Experimental Balancán, a saber: precipitación, evaporación (tanque tipo A), temperatura ambiental máxima y mínima. Se registró diariamente, la tensión de humedad del suelo colocados a 20 cm de profundidad en dos sitios: con y sin acolchado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tensión de humedad del suelo. En la Figura 1 se compara el potencial de presión de agua en el suelo bajo el sistema de acolchado y sin acolchado plástico, donde se observa en forma general que los valores de la tensión de humedad en el sistema de acolchado son menores que en el sin acolchado. Esto concuerda con diversos autores como Ramírez (1996), Burgueño (1995) e INIFAP (1998), que señalan la bondad del acolchado al reducir la evaporación de la humedad del suelo de un 10-50%, esto influye en el ahorro de agua y mantiene la humedad óptima para el desarrollo del cultivo, consecuentemente se reduce la frecuencia y el tiempo de riego.

La tensión de humedad, por lo general, se mantiene cerca de saturación, es decir, de -10 a -30 cbar. Es notorio el efecto del acolchado plástico sobre la conservación de la humedad del suelo, debido a la reducción de la evaporación del agua en el suelo, por lo que la lámina y la frecuencia de riegos se reducen. El acolchado plástico favoreció al cultivo al reducir la evaporación del agua en el suelo, al regular las temperaturas, tanto en la noche como en el día. Al haber un control de humedad del suelo, se controla la población de hongos y de insectos plagas transmisores de la virosis, y hay mejor control de malezas.

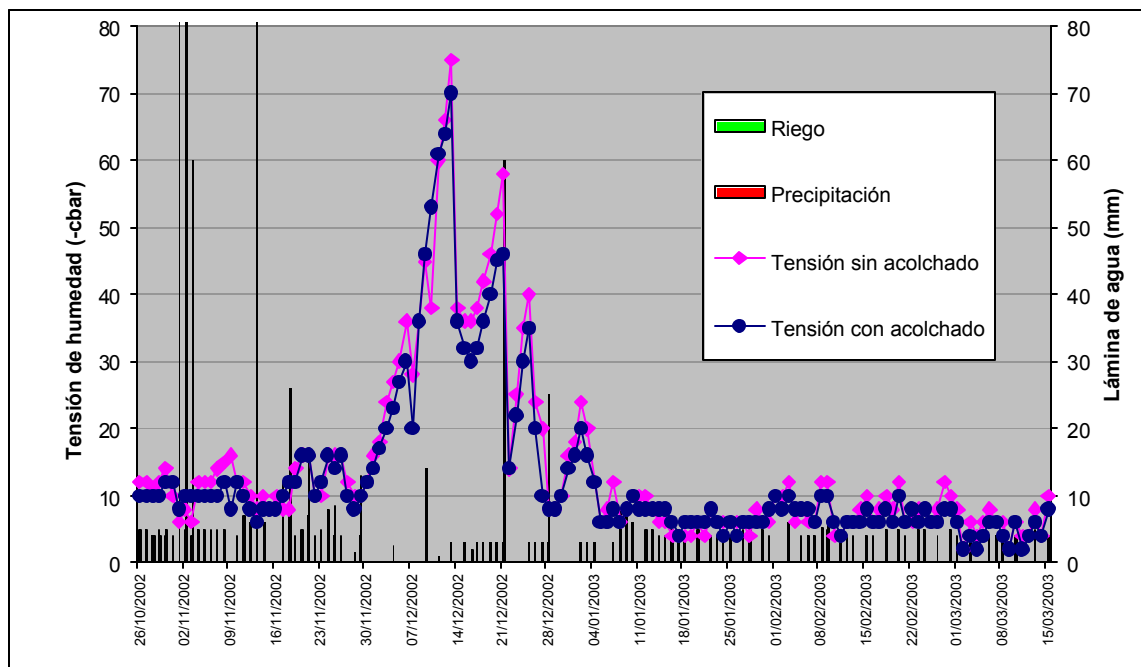


Figura 1. Efecto de la lluvia y riego sobre la tensión de humedad del suelo en el sistema de acolchado y sin acolchado plástico durante el desarrollo del cultivo.

Efecto de la fertirrigación con NPK sobre el rendimiento de fruto y sus componentes. En el análisis de varianza (Cuadro 2), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable altura de planta y número de flores por planta ($P < 0.05$), mientras que en las demás variables resultaron estadísticamente iguales ($P > 0.05$). Sin embargo, se observa una tendencia a mejorar el peso de frutos cosechados por planta y el rendimiento por unidad de superficie cuando se práctica la fertirrigación. Los coeficientes de variación son bajos y aceptables.

Cuadro 2. Efecto de la fertirrigación comparado con el testigo sobre el rendimiento de frutos y sus componentes.

| Tratamiento | Altura de planta (cm) | No. de Flores por planta | No. de frutos por planta | *Peso de frutos cosechados/planta (kg) | Rendimiento (t ha ⁻¹) |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Fertirrigación (130-45-110)+fondo | 86.13 a | 255 a | 471 a | 1.414 a | 22.270 a |
| Testigo (90-70-60) | 70.67 b | 276 b | 440 a | 1.319 a | 20.774 a |
| D.M.S. | 13.16 | 28.21 | 117.82 | 0.353 | 5.57 |
| C.V. (%) | 4.77 | 3.03 | 7.2 | 7.36 | 7.36 |

Letras iguales significan que estadísticamente no hay diferencias entre tratamientos ($Pr > 0.05$). DMS= Diferencia Mínima Significativa; CV= Coeficiente de variación.*Peso total acumulado de frutos cosechados en 16 cortes.

Con el tratamiento de fertirrigación hubo efecto positivo en altura de la planta, mayor número de frutos y ligero incremento del rendimiento (22.27 t ha⁻¹). Cabe destacar que las aplicaciones de fertilizantes foliares y microelementos ayudó a incrementar el rendimiento, en ambos tratamientos se hicieron aplicaciones con la misma dosis de estos fertilizantes, esto probablemente ocasionó que no hubiera diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo al comparar la tecnología del fertirriego y el acolchado plástico comparado con el método y fórmula tradicional (90-70-60) se incrementa el rendimiento en 7% y hasta 55% comparado con el sistema de temporal, a partir del rendimiento medio regional (10 t ha⁻¹), también se reduce la evaporación del agua en el suelo y se controlan mejor las malezas, plagas y enfermedades con respecto del sin acolchado.

Efecto del acolchado plástico y densidad de población sobre el rendimiento de frutos y sus componentes. De acuerdo con los análisis de varianza, las variables altura de planta, número de flores, número de frutos cosechados acumulados por muestra, peso total de frutos cosechados acumulados y rendimiento por hectárea, presentan diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.001$), siendo los sistemas de acolchado plástico con 22,300 y 16,750 plantas ha⁻¹ los mejores tratamientos (Cuadro 3). El tratamiento testigo sin acolchado presenta desventajas al realizar la comparación de medias, la cual indica que son estadísticamente diferentes con respecto a los tratamientos con acolchado plástico.

La densidad de población de 22,300 plantas ha⁻¹ con acolchado plástico no mejoran significativamente los componentes del rendimiento, sin embargo, en la estimación del rendimiento por unidad de superficie, son estadísticamente diferentes con respecto a la densidad de siembra de 16,750 plantas ha⁻¹.

Cuadro 3. Efecto del acolchado y la densidad de población sobre el rendimiento del cultivo y sus componentes.

| TRATAMIENTOS | Altura de Planta(cm) | No. de Flores | Total de frutos cosechados | *Peso de Fruto cosechado (kg) | Rendimiento (t ha ⁻¹) |
|--|----------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Acolchado con 16750 plantas ha ⁻¹ | 79.53 a | 284 a | 456 a | 1.368 a | 21.548 a |
| Acolchado con 22300 plantas ha ⁻¹ . | 78.73 a | 291 a | 458 a | 1.374 a | 27.476 b |
| Sin Acolchado con 16750 plantas ha ⁻¹ . | 71.53 b | 235 b | 410 b | 1.026 b | 16.154 c |
| D.M.S. | 3.81 | 30.3 | 36.3 | 0.111 | 1.96 |
| C.V. (%) | 1.71 | 3.85 | 2.82 | 3.04 | 3.1 |

Nota: Letras diferentes significan que hay diferencia entre tratamientos.(P>0.05)

DMS= Diferencia Mínima Significativa

CV= Coeficiente de variación.

*Peso total acumulado de frutos cosechados en 16 cortes.

La razón por el cual, los tratamientos de acolchado tienen mayor número de frutos cosechados y mayor peso de frutos es debido a que el plástico adelanta la cosecha durante los meses fríos e incrementa rendimientos y mejora la calidad de cosecha, además que el polietileno evita el contacto directo de los frutos con el suelo, de acuerdo con lo señalado por Ramírez, (1996).

Se observó que la incidencia de la población insectil, en relación con la influencia del color del plástico, tuvo un efecto sobre una menor incidencia de insectos en el cultivo y por lo tanto se logró controlar mejor las enfermedades. También debido al color del plástico las longitudes de ondas reflejan más, e influyen sobre el equilibrio de reguladores de crecimiento endógenos, así, se estimula una mayor floración y obedece este a un mayor crecimiento de la planta y del cultivo, observándose una estrecha relación con la altura de planta y el número de flores y frutos.

Análisis económico. Para realizar el análisis económico bajo el sistema de acolchado se consideró el rendimiento obtenido de 21.548 t ha⁻¹ comparado con 16.154 t ha⁻¹ obtenido en el sin acolchado; el precio de venta fue en promedio de \$10.00 kg⁻¹. El costo del acolchado y su establecimiento es de \$ 4,998.00 ha⁻¹. En el Cuadro 4 se presentan los resultados del análisis financiero del cultivo de chile habanero con el sistema de acolchado plástico y el sistema sin acolchado, con una densidad de población de 16,750 plantas ha⁻¹.

Los parámetros financieros del sistema con acolchado indican que la TIR, el VPN y la relación B/C son mayores que el sin acolchado, lo que significa que el sistema de fertirrigación con acolchado plástico resulta económicamente más atractivo que el sin acolchado.

Cuadro 4. Indicadores financieros de los sistemas de fertirrigación con acolchado y sin acolchado plástico.

| INDICADORES FINANCIEROS | CON ACOLCHADO PLASTICO | SIN ACOLCHADO PLASTICO |
|--|------------------------|------------------------|
| Tasa Interna de Retorno (%) | 169.81 | 119.13 |
| Valor Presente Neto (\$) | 385,394.95 | 237448.70 |
| Relación Beneficio-Costo | 2.95 | 2.42 |
| Valor Presente Neto de los Beneficios (\$) | 776,757.00 | 582,316.00 |
| Valor Presente Neto de los Costos (\$) | 263,491.00 | 240,284.00 |

CONCLUSIONES

Con la tecnología del fertirriego y el acolchado plástico se incrementa el rendimiento desde 7% comparado con el método y fórmula tradicional, y hasta 55% comparado con el sistema de temporal de la región. La densidad de población de 22,300 plantas (1.5 m x 0.30 m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que el sin acolchado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ayeres, R. S. Y D. W. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura. FAO. Riego y drenaje 29. Roma, Italia. 174 p.
2. Burgueño, H. 1995. La fertigración en cultivos hortícolas con acolchado plástico. BURSAG, S.A. DE C.V. Vol. III. Culiacán, Sin., México 70p.
3. Godoy A. C., M. Isaías, L. Y E. Ciria, A. T. 1999. Método demostrativo sobre producción de chile con riego por goteo y cubiertas plásticas. Informe de investigación INIFAP, Matamoros Coahuila.
4. INIFAP-SAGAR 1997. Fertirrigación de chile habanero en suelos pedregosos de Yucatán. En Tecnología llave en mano. División Agrícola. INIFAP-SAGARPA. México, D.F. pp.: 238-2416.
5. Jiménez, Y., J. L. 1999. Evaluación de diferentes variedades de chile bajo condiciones de fertirrigación en la Mixteca, Oaxaqueña. In: Memoria del IX Congreso Nacional de Irrigación, Simposio 1, Culiacán, Sinaloa. Pp. 115-120.
6. Mejía L. J. 1999. Evaluación de diferentes dosis de NPK en los cultivos de tomate y chile con fertirrigación. In: Memoria del 1er Foro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, CIGA-ITA No. 10, Torreón Coahuila. Pp. 25-26.