

Fertilización del chile Mirasol en riegos por goteo y gravedad en Zacatecas

Alfredo Lara Herrera¹, Ángel G. Bravo Lozano¹, Maximino Luna Flores¹, J. Jesús Avelar Mejía¹, Juan Estrada Casillas¹, J. Jesús Llamas Llamas¹.

¹ Profesor – investigador, Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Correo electrónico: alara204@hotmail.com

Resumen

Zacatecas es la entidad que más produce chiles secos, pero eso no se debe al manejo eficiente de los recursos naturales ni de la tecnología para producir chile, se debe a la alta superficie destinada a este cultivo. Sin embargo es importante mejorar el uso de los insumos, entre ellos el agua de riego y los fertilizantes químicos, con el fin de incrementar su eficiencia y el rendimiento de chile, reducir costos, y evitar el deterioro y la contaminación de los recursos naturales. Con ese fin se llevó a cabo un trabajo de transferencia de tecnología para los productores de chile del estado de Zacatecas, mediante la instalación de parcelas demostrativas para probar las respuestas del cultivo de chile Mirasol al efecto de regar mediante gravedad o goteo; así como las dosis de fertilización en cada condición de riego. Se evaluaron dos dosis en riego por gravedad (220-100-150 y 160-80-00) y cinco en goteo (220-100-150, 110-100-150, 110-100-150, 220-50-150, 220-100-75, y 220-100-0). El rendimiento de chile seco promedio en los tratamientos de riego por goteo fue de 4.085 t / ha, mientras que en riego por gravedad fue de 1.341 t / ha; los parámetros de crecimiento del cultivo como altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, peso seco de tallo, número y peso seco de frutos de primera, así como la concentración de nitrógeno y de magnesio foliares. Sin embargo, se tuvo una correlación negativa entre el rendimiento de frutos y el agua aplicada. Las dosis de fertilización con las que se tuvo el mayor rendimiento fueron 220-100-150, 220-100-75 y 220-50-150. Al bajar la dosis de N, P o K al 50%, sólo el nitrógeno redujo significativamente el crecimiento y el rendimiento, por lo cual, el cultivo tuvo mayor sensibilidad a la dosis de este nutriente; esto se puede atribuir a que el suelo tuvo las más bajas reservas de nitrógeno respecto a

la demanda del cultivo. El rendimiento en los tratamientos de riego por goteo fue mayor en 3.05 veces en riego por goteo respecto al de gravedad, por lo cual, tiene mayor influencia la forma y la frecuencia de aplicar los fertilizantes que la dosis de fertilización.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., nutriente, nitrógeno, fósforo, potasio.

Introducción

El rendimiento medio de chile seco en el estado de Zacatecas es de 1.6 t / ha. La razón de que este rendimiento sea tan bajo se debe, entre otros aspectos, a la pobre tecnología empleada para su producción (Cabañas y Galindo, 2004; Cabañas *et al.*, 2005), entre otros problemas al mal manejo del riego y la fertilización del cultivo.

La mayoría de los productores de chile del estado de Zacatecas efectúan un manejo deficiente en el manejo de la nutrición del cultivo de chile (dosis, forma y momento de aplicación de los fertilizantes), algunos se basan en una recomendación regional (Bravo *et al.*, 2002); pero pocos hacen uso de del análisis de suelo y agua como una base para apoyar la definición de la nutrición.

En el estado de Zacatecas, debido a la pobre precipitación, la producción de chile necesariamente debe ser en condiciones de riego. La mayoría de los productores aún riega mediante inundación de los surcos, es decir, por gravedad (Galindo *et al.*, 2002; Mojarro *et al.*, 2005), aunque en la última década se ha incrementado el número de usuarios de sistemas de riego por goteo. Sin embargo, el uso de esta tecnología no se ha aprovechado adecuadamente para aplicar los fertilizantes y hacer un uso más eficiente de ellos.

El objetivo del presente trabajo fue (a) comparar el efecto de aplicar los fertilizantes disueltos en el agua de riego en pequeñas cantidades distribuidas durante el desarrollo del cultivo, respecto a la aplicación de los fertilizantes directamente al suelo cuando se riega por gravedad, y (b) determinar el efecto de reducir al 50% la dosis de N, P, o K, conforme la demanda determinada mediante los análisis de suelo y agua y la meta de rendimiento esperado.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola de la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas. La planta se produjo en almácigo, con la tecnología utilizada regionalmente por la mayoría de los productores de Chile. La siembra se realizó el 15 de enero de 2005, como semilla se usó una línea sobresaliente de Chile Mirasol-INIFAP, generada en el Campo Experimental de Calera, Zacatecas (Cabañas *et al.*, 2005). El trasplante se efectuó el 28 de abril, en un suelo de textura franca, pH = 7.2, materia orgánica = 1.42%, sin problemas de sales (CE = 0.168 dS/m), pobre en N (N-NO₃ = 8.3 mg/kg) y P (6.2 mg/kg) y contenido medio de K (247 mg/kg), el cultivo previo fue frijol.

Se evaluaron siete tratamientos (Cuadro 1): (1) dosis de fertilización 220-100-150, aplicada directamente al suelo, fraccionada en cuatro aplicaciones, la primera al trasplante donde se aplicó 25% del N, 100% del P y 100% del K; cada tres semanas se aplicó el resto del N en cantidades equitativas (25%); (2) dosis de 160-80-0, fraccionada de la misma forma que en el tratamiento anterior y riego por gravedad; (3) dosis de 220-100-150; (4) 110-100-150; (5) 220-50-100; (6) 220-100-75; (7) 220-100-0. En los tratamientos 3 a 7 se usaron fertilizantes solubles aplicados dos o tres veces por semana en el agua de riego, mediante goteo, durante el ciclo del cultivo. Las parcelas fueron destinadas para demostrar a los productores el efecto de fertilizar en sistemas de riego por goteo contra la de riego por gravedad. Cada parcela consistió de diez surcos de 0.76 m de ancho y de 70 m de longitud. La distancia entre plantas fue de 35 cm, con una cintilla por surco, calibre 6000 y con emisores de 1 L/h cada 20 cm.

La precipitación acumulada durante el desarrollo del cultivo fue de 407.2 mm. El agua aplicada en los tratamientos por gravedad fue de 6,256 m³/ha, fraccionada en 12 riegos durante el ciclo. En los tratamientos de riego por goteo la cantidad de agua aplicada fue de 4,800 m³/ha.

A las 20 SDT se realizó un muestreo donde se tomaron cuatro plantas (cuatro repeticiones) distribuidas cada 10 m en los surcos centrales de cada parcela. Se les determinó: altura de planta (AP), número de hojas (NH), diámetro de tallo (DT), área foliar (AF), número de frutos de primera (NF1), número de frutos de segunda (NF2), número de frutos de tercera (NF3), peso seco de hojas (PSH), peso seco de tallos (PST), peso seco de frutos (PSF); además se tomaron muestras de follaje, correspondientes a las hojas más recientemente expandidas, a las cuales se les determinó el contenido de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y Na. Al final del ciclo se evaluó la producción de chile seco (con 12% de humedad) en cada cuarto de la parcela respectiva, es decir, subparcelas de 10 surcos de 17.5 m de longitud.

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar el efecto del sistema de riego y dosis de fertilización para el cultivo de chile Mirasol en Zacatecas.

Tratamiento	Sistema de riego	Dosis de fertilización
1	Gravedad	220-100-150
2	Gravedad	160-80-0

3	Goteo	220-100-150
4	Goteo	110-100-150
5	Goteo	220-50-150
6	Goteo	220-100-75
7	Goteo	220-100-0

A los resultados se les aplicó un análisis de varianza, a las variables que presentaron diferencias estadísticas al 5% de significancia se les aplicó una prueba de Tukey para separa las medias de los tratamientos evaluados.

Resultados y discusión

Sistema de riego

Se presentaron diferencias en: AP, Dt, AF, PSH, PST, NF! Y rendimiento. Con los tratamientos de riego por goteo la magnitud de estas variables fue mayor que con riego por gravedad (Figura 1). El incremento en el rendimiento fue de 3.05 veces mayor en riego por goteo; por lo cual, la relación entre la producción de frutos de

chile seco y la cantidad de agua aplicada por unidad de superficie, como un índice de la eficiencia del sistema de riego para producir frutos de chile, resultó altamente significativa, con goteo esta relación fue de 0.851 y con riego por gravedad de 0.214, por lo tanto, la eficiencia en el uso del agua para producir frutos de chile fue de 4.0 veces mayor con riego por goteo.

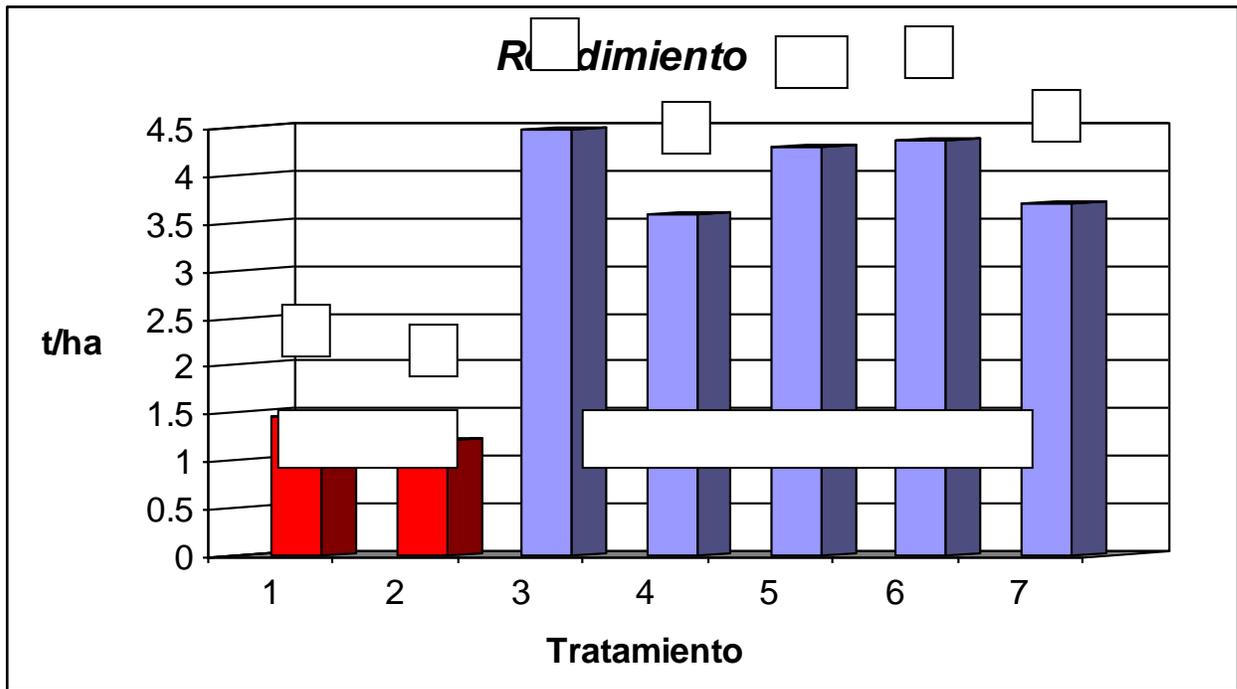


Figura 1. Rendimiento de chile 'Mirasol' seco por efecto de los riegos por gravedad y goteo y las dosis de fertilización de N, P y K. Tratamientos con la misma letra en el rendimiento, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

Al respecto, Burciaga *et al.* (2005) reportan un incremento en la eficiencia del uso del agua para producir frutos de chile seco Mirasol de 6.1 en riego por goteo

respecto a riego por gravedad. Mojarro *et al.* (2005) encontraron una diferencia de sólo 1.3 veces mayor con riego por goteo en este mismo tipo de chile, pero en otras condiciones ambientales, la diferencia fundamental se debió a que la lluvia tuvo un aporte importante durante el ciclo, condición contrastante con la del presente trabajo. Otra razón por la cual se presentaron estos resultados se debió a que en riego por gravedad se presentó mayor incidencia de enfermedades; las enfermedades que más incidencia tuvieron fueron “Miada de Perro” de etiología desconocida y la “Marchitez del chile” ocasionada por *Phytophthora capsici* Leonian. La razón por la cual se presentó mayor incidencia de estas enfermedades se debió a que la humedad del suelo en riego rodado fue tal que favoreció el desarrollo de estos agentes fitopatógenos.

El contenido de nutrientes en el follaje que estuvieron relacionados con la forma de administrar el riego fueron el nitrógeno, magnesio, hierro y manganeso, los dos primeros fueron mayores en riego por goteo (3.94% de N y 0.803% de Mg) que en gravedad (2.97% de N y 0.719% de Mg); el contenido de Fe y Mn en las plantas desarrolladas con riego por gravedad fueron de 433 y 115 mg/kg, respectivamente, mientras que en riego por goteo fueron de 275 y 8 mg/kg, en el mismo orden. La razón por la cual se redujo la concentración de N en los tratamientos de riego por gravedad es explicable debido a la pérdida por lixiviación ya que los altos volúmenes de agua en cada riego pudieron causar su pérdida (Morales, 1999).

Fertilización

En riego por gravedad las dosis de fertilización ensayadas sólo presentaron diferencias en el número y peso de frutos de primera, con el tratamiento de 220-100-150 se tuvieron 9.0 frutos y 51.0 g/planta, mientras que en el tratamiento de 160-80-0 se tuvieron 5.6 frutos y 24.9 g/planta. El rendimiento no fue diferente

estadísticamente. La razón de la baja sensibilidad a la fertilización con estos tratamientos se debió al ineficiente aprovechamiento de los fertilizantes al aplicarlos de esta forma combinados con riego por gravedad.

Entre los tratamientos de fertilización aplicados en riego por goteo, con 220-100-150, 220-50-75 y 220-100-75, se tuvieron mayor: AP, AF, PSH, PST, NF1 y peso seco de frutos. El rendimiento sólo se redujo con la mitad del N y cuando no se aplicó K, pero con la mitad del P y de K, las diferencias no fueron significativas (Figura 1). Lo cual puede ser debido a las condiciones en las que llevó a cabo el trabajo, a la alta movilidad del N en el suelo, a la alta demanda del cultivo y a la relativamente menor disponibilidad en el suelo (Morales, 1999). El tratamiento con la mitad de N manifestó menor concentración N en el follaje, pero no tuvo correlación con otros nutrientes. El contenido de P en las hojas sólo fue menor en el tratamiento de 160-80-0. A los tratamientos que no se les aplicó potasio el contenido de este nutriente tendió a ser menor en la planta, pero sólo en riego por goteo (220-100-0) fue significativamente menor, no hubo diferencias en el rendimiento cuando se redujo la dosis al 50%, pero si se redujo el rendimiento y el número y el peso de frutos de primera. La menor respuesta de P y K respecto a la de N se puede atribuir a las mayores reservas de estos nutrientes existentes en el suelo ensayado. Los resultados encontrados por Bravo *et al.* (2005) en este mismo tipo de chile, también reportan efecto del N en el rendimiento respecto a P, K, Ca y micronutrientes, pero tampoco se encontraron diferencias significativas con P y K.

Conclusiones

La producción de chile se incrementó más de tres veces con riego por goteo respecto a con riego por gravedad.

La cantidad de agua aplicada fue 1.3 veces mayor en riego por gravedad, por lo cual la relación entre la producción de frutos y el agua aplicada fue cuatro veces mayor en riego por goteo que en gravedad.

La reducción al 50% de N, P y K sólo fue afectada para N, se redujo la producción, la calidad, los parámetros del crecimiento y la concentración de N y Mg.

Cuando no se aplicó K se redujo el rendimiento y la calidad de los frutos, respecto a los tratamientos donde si se aplicó este nutriente.

Literatura citada

Bravo L., A.G.; B. Cabañas C.; J. Mena C.; R. Velázquez V.; S. Rubio D. y G. Medina G. 2002. Guía para la producción de chile seco en el Altiplano de Zacatecas. Publicación Técnica Num. 1. Campo Experimental Zacatecas.. INIFAP.

Bravo L., A.G.; F. Mojarro D.; B. Cabañas C.; y A. Lara H. 2005. Influencia del riego por goteo y la fertirrigación en la producción de chile Mirasol en Zacatecas, México. pp 210-214. In: Memorias de la Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac., México.

Cabañas C., B.; G. Galindo G. 2004. Nivel tecnológico de los productores de chile seco del Altiplano de Zacatecas. 269-277. In: Primera Convención Mundial del Chile. León, Gto., México.

- Cabañas C., B.; G. Galindo G.; F. Mojarro D.; A.G. Bravo L.; y J.A. Zegbe D.; 2005 Fertilización y arreglo topológico en el rendimiento y calidad de frutos seco de chile Mirasol en Zacatecas, México. pp 226-231. In: Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac., México.
- Galindo G., G.C.; C. López M.; B. Cabañas C.; H. Pérez T. y A. Robles M. 2002. Caracterización de productores de chile en el altiplano de Zacatecas. Folleto científico No. 5. INIFAP- Campo Experimental Zacatecas. 102 p.
- Mojarro D., F.; A.G. Bravo L.; B. Cabañas C.; M.D. Amador R.; J. Mena C.; J. Gutiérrez N.; R. Velázquez V. 2005. Requerimientos de fertilización de chile Mirasol, en cinco diferentes localidades, del estado de Zacatecas, México. pp 143-148. In: Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zac., México.
- Morales G., D. 1999. Nutrición del cultivo de chile: dinámica nutrimental, fertigación nitrogenada y fertilización basal. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, edo. de México.