

DINÁMICA DE ABSORCIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN FERTIRRIEGO EN CHILE SECO (*CAPSICUM ANNUUM L.*) EN ZACATECAS, MÉXICO.

Ángel G. Bravo Lozano¹, Francisco Mojarro Dávila¹, Bertoldo Cabañas Cruz¹ y Mario Domingo Amador¹

RESUMEN

El chile seco es uno de los cultivos principales de la agricultura zacatecana; este cultivo cubre 25% de la superficie de riego en el estado y aporta 35% del valor total generado en el sector agrícola. En el periodo 1990 – 1995, Zacatecas aportó el 57% del volumen total de chile seco producido en el país. Este cultivo debido a que es redituable se ha venido tecnificando y la tecnología que mas se ha desarrollado es el riego por goteo y la fertirrigación, por lo que es importante el estudio del manejo adecuado de esta tecnología, ya que así como este sistema ofrece grandes ventajas a los productores de chile, también aparecen nuevos problemas para el manejo eficiente de estos sistemas de riego. Por lo que el objetivo que se planteó en este trabajo fue el de determinar para el cultivo del chile seco en Zacatecas, las diferencias en rendimiento debido a la aplicación de fertilizantes N-P-K y obtener las curvas de absorción de estos nutrientes. El estudio del campo se llevó a cabo del mes de mayo a diciembre del 2000, en el Campo Experimental Calera del INIFAP Zacatecas. México. Se utilizó para el riego un sistema de riego por goteo fue del tipo cintilla y se probaron 12 tratamientos de fertilización, probando 4 niveles de nitrógeno, tres de fósforo y tres de potasio. Los resultados muestran que en el cultivo de chile mirasol, regando con el sistema de goteo y utilizando la fertirrigación se recomienda aplicar la formula de fertilización 200 -75 -200 + 30 kilogramos de Ca aplicado en forma foliar, para lograr buenos rendimientos de chile seco total y de frutos de primera.

INTRODUCCIÓN

El chile seco es uno de los cultivos principales de la agricultura zacatecana; este cultivo cubre 25% de la superficie de riego en el estado y aporta 35% del valor total generado en el sector agrícola. En el periodo 1990 – 1995, Zacatecas aportó el 57% del volumen total de chile seco producido en el país. El cultivo de chile seco en Zacatecas, es una de las opciones que genera mayores ingresos para los productores y es la fuente generadora de empleos más importante por hectárea. Cada hectárea plantada requiere en promedio 150 jornales, por lo que en 1999, cuando se plantaron más de 40 mil hectáreas, se ocuparon seis millones de jornales en total; además de estos, también se generan empleos en la postcosecha del chile, principalmente en las deshidratadoras. (Bravo, 2002)

Debido a lo anterior es importante el estudio del manejo del riego por goteo y la fertirrigación en este cultivo, ya que así como este sistema ofrece grandes ventajas a los productores de chile, también aparecen nuevos problemas para el manejo eficiente de estos sistemas

¹ INIFAP-ZACATECAS. Campo Experimental Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo Km. 24.5 Calera de V. R., Zacatecas. CP. 98500 abravo@inifapzac.sagarpa.gob.mx

de riego. Por lo que es importante ofrecer al productor las dosis y las frecuencias de aplicación de los principales nutrientes, como en nitrógeno, el fósforo y el potasio, que ayudaran a los productores de Chile seco a resolver el problema de una adecuada fertirrigación.

Riego por goteo

Una importante alternativa para el uso eficiente del agua y de los fertilizantes en el cultivo del Chile es la utilización del sistema de riego por goteo que dan una alta eficiencia en la conducción, aplicación y distribución del agua de riego y de los nutrientes que requiere la planta, ya que estos circulan por tuberías y salen por emisores debidamente dosificadas en cantidad y en tiempo, lo cual con los métodos tradicionales no es posible por lo menos con la facilidad que se logra con estos sistemas.

En el presente la agricultura más productiva del Centro y Norte de México depende de la irrigación y la mayoría de la producción de hortalizas utiliza las reservas del agua subterránea, y estas se encuentran con severas restricciones debido a que son mayores las extracciones que las recargas naturales de los mantos freáticos (Chavez, 1998). Una alternativa de solución para reducir los problemas del agua subterránea es el uso de sistemas de riego más eficientes como es el caso del riego por goteo que ayudan a la aplicación del agua y los fertilizantes con mayor eficiencia. (Castellanos, 2000)

Para alcanzar una alta eficiencia en la aplicación del agua y nutrimento no basta con un buen diseño y mantenimiento del sistema de riego, sino se requiere también del manejo óptimo; lo anterior significa aplicar la cantidad necesaria de agua en el tiempo correcto. Los sistemas de riego diseñados para alcanzar altas eficiencias en la aplicación del agua se vuelven inadecuados o ineficientes si se aplica más agua que los requerimientos del cultivo (Godoy, 2000).

Esta forma de proporcionar el agua y los nutrientes a las plantas no tendría mayor importancia, si no fuera porque de esa manera se han obtenido incrementos altamente significativos tanto en cantidad como en calidad en la producción del cultivo del Chile y ahorros considerables en el uso del agua y la energía, lo cual se ha traducido en mayores ingresos económicos para los productores que riegan con este método de riego.

Concepto de la Fertirrigación

La Fertirrigación o la quimigación, es el término que se utiliza para describir la adición o inyección de productos químicos (insecticidas, fertilizantes, etc) a través de los sistemas de riego con el propósito de distribuirlos con el agua de riego para regar un área determinada. El fertiriego, es la forma más común de quimigación y consiste en aplicar fertilizantes a través del agua de riego (Dickinson, 1995; Hartz, 1994; Johnson *et al.*, 1987).

Se debe de controlar el pH de la solución nutritiva y del suelo para facilitar que las plantas

puedan tomar los nutrimentos esenciales para su desarrollo y crecimiento. Para los suelos de Zacatecas se recomienda un valor de pH de 6.5 a 7.0 para que sean asimilables todos los nutrientes. (Martínez, G. 2002)

Una significativa ventaja del riego por goteo es que el sistema puede ser usado para la aplicación de químicos en la agricultura. Fertilizantes y pesticidas pueden ser disueltos en agua e inyectados a través del sistema de riego y distribuidos directamente en la zona de las raíces de las plantas. El riego por goteo ayuda a la aplicación de químicos y ofrece ventajas y desventajas para los productores que están considerando adoptar esta tecnología. (Bevacqua, 2001)

El riego por goteo proporciona un vehículo perfecto para la aplicación de diversos químicos directamente al sistema de las raíces. En experimentos con goteo, se usaron varios fertilizantes como el UN32, ácido fosfórico, mezclas de NPK y micronutrientes. Los excelentes resultados logrados con la inyección de los fertilizantes a través del sistema de riego, incitaron a poner experimentos con herbicidas, insecticidas, nematicidas y fungicidas. Aunque la inyección con herbicidas e insecticidas están en la fase de experimentos, estos están mostrando buenas promesas. (Howard et al, 2001)

Cuando se cambia al sistema de riego por goteo, se requieren muchos cambios en las prácticas de producción. La aplicación de fertilizante necesita ser ajustada de manera obvia y adecuada. En Nuevo Mexico, se han obtenido pruebas que muestran aplicaciones eficientes de nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) para lograr altas producciones en Chile. (Tim Hartz, 2001)

OBJETIVOS

Determinar para el cultivo del Chile seco en Zacatecas, las diferencias en rendimiento debido a la aplicación de fertilizantes N-P-K y obtener las curvas de absorción de estos nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

El estudio del campo se llevó a cabo del mes de mayo a diciembre del 2000, en el Campo Experimental Calera del INIFAP Zacatecas. México. El suelo es de textura franco, con 1.93% de materia orgánica, el pH de 7.8, con 26 ppm de nitrógeno inorgánico; 51.4 ppm de fósforo; 521 ppm de potasio; 2698 ppm de calcio y 855 ppm de magnesio. La conductividad eléctrica es de 0.63 dS/m, el RAS de 4.18 y el PSI de 3.41.

El sistema de riego por goteo fue del tipo cintilla, de calibre 8 mil y con emisores cada 30 centímetros y de alto flujo, dando un gasto de 3 litros por hora por metro, se colocó una cintilla por cama, para dos hileras de plantas. Se utilizó agua de pozo libre de sales (C_1S_1) que se rebombó de una pileta, el equipo de riego contó con filtros de arena y de maya y un inyector de fertilizante tipo venturi.

Tratamientos y Diseño Experimental.

Se estudiaron doce tratamientos de fertilización: cuatro niveles de nitrógeno, dejando los niveles de fósforo y potasio constantes; tres niveles de fósforo, dejando los niveles de nitrógeno y potasio constantes; y tres de potasio, dejando los niveles de nitrógeno y fósforo constantes; y dos tratamientos con la fórmula 200-75-200 aplicando 30 kilogramos por hectárea de Calcio en forma foliar y otro tratamiento con la misma fórmula pero aplicando 30 kilogramos de un fertilizante foliar que contiene todos los micronutrientes. La lista de tratamientos se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de Nitrógeno (N), Fósforo (P_2O_5) y Potasio, (K_2O) y su rendimiento total de chile seco. (Las proporciones están en $kg\ ha^{-1}$).

TRATA-MIENTO	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO
1	75	200	3.00
2	75	200	3.29
3	75	200	3.51
4	75	200	3.40
5	00	200	3.46
6	150	200	3.58
7	75	00	3.36
8	75	100	3.73
9	75	200 + Ca	3.87
10	75	200 + Mg	3.28
11	00	00	2.63
12	150	200	3.85

Se aplicó el 15% del total de nitrógeno, fósforo y potasio antes de la plantación como fertilización base, y el resto, se aplicó a través del sistema de riego por goteo; el fósforo en dos aplicaciones en el primer mes utilizando como fuente el ácido fosfórico; el nitrógeno y el potasio se aplicaron en 24 semanas a través del ciclo de cultivo, usando urea y cloruro de potasio respectivamente.

El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones, donde la parcela grande fue de dos camas 1.52 m ancho y 12 m de largo y la parcela experimental fueron las dos camas de 1.52 m de ancho y 8 m. de largo. ($27.2\ m^2$). Para la siembra se utilizó planta producida en invernadero con semilla de una línea experimental de chile mirasol. Se plantaron dos hileras de plantas por cama, a una distancia de 40 cm. entre hileras y a 25 cm. entre plantas, para dar una densidad de 43,333 plantas por hectárea. El trasplante se realizó el 5 de mayo.

Manejo del cultivo

El cultivo se maneja de acuerdo a la tecnología generada para el chile mirasol por el Campo Experimental Zacatecas, en lo que respecta al control de malezas, de enfermedades y de plagas. El riego se aplicó tres veces por semana y el tiempo de riego se determinó en base a la evaporación potencial estimada en un tanque evaporímetro de la estación climática del Campo Experimental, como se describe en *Bravo et al*, 2002. El

agua en el suelo se monitoreó dos veces por semana, utilizando un Time Domain Reflectometry (TDR) a las profundidades de 15, 30, 45 y 60 cm. de profundidad.

Variables evaluadas

Se determinó el rendimiento de primera, segunda y rendimiento total. Los resultados se analizaron mediante el análisis de varianza y con modelos logísticos para generar las curvas de absorción de nutrientes, utilizando para ello el Programa SAS, 1998. Se realizaron 5 muestreos cada 28 días, seleccionando tres plantas por parcela a las que se les determinó la producción de materia seca y su concentración de nutrimentos en las hojas. Esta información se integró para determinar la dinámica de absorción nutrimental y su efecto en el peso de materia total y el rendimiento. En el presente trabajo solo se presenta la información acerca del rendimiento de chile seco para las diferentes dosis de fertilizantes y las curvas de absorción de nutrientes.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, para el rendimiento de chile seco en toneladas por hectárea, para los 12 tratamientos en estudio, se muestran en el cuadro 1. Se estimó la producción total, obteniendo un rendimiento de 3.87 toneladas por hectárea con porcentajes del 70% de frutos de primera en el mejor tratamiento, considerándose bueno comparándolo con el promedio estatal que es de 1.6 ton/ha. Se detectaron diferencias significativas para el rendimiento total para los doce tratamientos de fertilización ($P= 0.06$).

Las curvas de absorción de nutrientes se muestran en la figura 1, y esta gráfica indica que los requerimientos para el cultivo de chile seco para nitrógeno y potasio son similares y andan en el orden de los 180 y 200 kg/ha y los requerimientos de fósforo son bajos, alrededor de 20 ton/ha. También muestra la dinámica de absorción de estos tres nutrientes durante el ciclo del cultivo, donde se aprecia que a partir de los 65 días después del trasplante las necesidades de nitrógeno y potasio se incrementan en forma paralela en los dos nutrientes, hasta el día 115 aproximadamente, estas fechas corresponden a las etapas fonológicas de inicio de floración, floración, fructificación e inicio de llenado de fruto. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Noé, 2001 en chile jalapeño en Delicias Chihuahua, donde encontraron que la dosis de 225-80-125 produjo un alto rendimiento y mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes, y con Castellanos 2000, con chile ancho en Celaya, Guanajuato, donde los mejores rendimientos se obtuvieron con la fórmula 85-80-200.

Necesidades de fertilizante.

En base a trabajos de investigación realizados en el Campo Experimental Zacatecas, en el cultivo de chile mirasol, regando con el sistema de goteo y utilizando la fertirrigación se recomienda aplicar la fórmula de fertilización 200 -75 -200 + 30 kilogramos de Ca aplicado en forma foliar, para lograr buenos rendimientos de chile seco total y de frutos de primera.

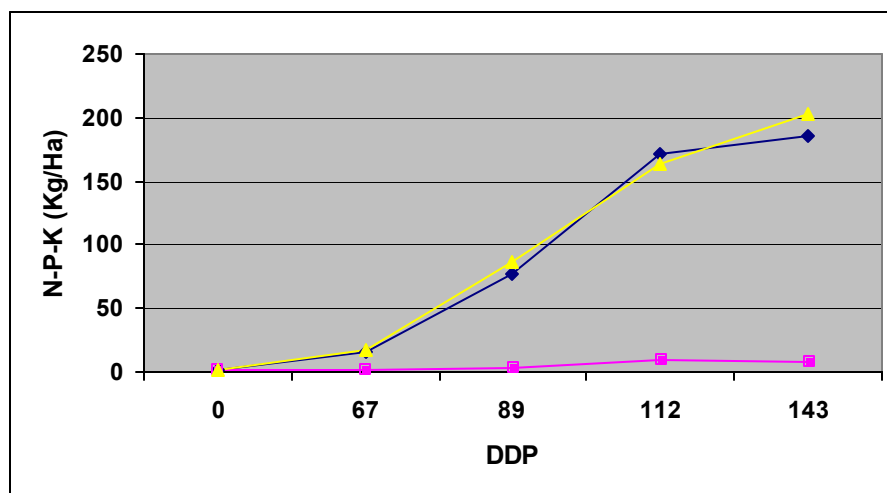


Figura 1.- Dinámica de absorción del nitrógeno, fósforo y potasio para chile seco en Zacatecas, México.

BIBLIOGRAFÍA

- Bevacqua, Robert F. Extension Vegetable Specialist, New Mexico State University. 2001. Drip Irrigation for Row Crops. Cooperative Extension Service • Circular 573. College of Agriculture and Home Economics. Las Cruces, NM
- Bravo A. Lozano.; Bertoldo C. Cruz. ; Jaime Mena C.; Rodolfo Velásquez V.; Salvador Rubio D.; Francisco Mojarro D. y Guillermo Medina G. 2002. Guía para cultivar chile en el altiplano de Zacatecas. Publicación Técnica N° i. Campo Experimental Calera. INIFAP.
- Bravo Lozano Angel and Alfredo Lara. 2002. Dry pepper response to Ferti-irrigation evaluated in Zacatecas, México. 16th International Pepper Conference. Tampico, Tamps. México.
- Castellano, J. Z., S. Villalobos, J. S. Ojodeagua and P. Vargas. 2000. Nutritional requirement of chili poblano in the Sandbank. In 2^o International Congress of Chilis Picosos. CONEXPO, León, Gto. México.
- Chávez, R. 1998. Estado actual del conocimiento del agua subterránea en el estado de Guanajuato. pp. 19-28. In: J.Z. Castellanos, C. Hernandez and J. Carrillo (eds.), Proceedings of the First International Symposium on Groundwater in Mexico. Mexican Society of Soil Science. Chapingo, Mex.
- Dickinson, B. 1995. Irrigation and nutrient management: A conference and Trade Fair. February 2. Salinas, CA.
- Godoy, Ávila Claudio y Jaime R. Mejía Lugo. 2000. Manejo Del Fertiliriego En Tomate, Chile Y Melón. Manual Técnico. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10.
- Hartz, T.K. 1994. Drip irrigation and fertigation management of vegetable crops. California Department of Food and Agriculture. Sacramento, CA.

- Howard Wuertz, Owner/Operator, Sundance Farms, Ariz. 2001. Subsurface Drip Irrigation: On-Farm Responses and Technical Advances. Cooperative Extension Service • Circular 573. College of Agriculture and Home Economics. Las Cruces, NM
- Johnson, A.W., J.R. Young, E.D. Threadgill, C.C. Dowler, and D.R. Sumner. 1987. Chemigation's potential. Agrichemical Age. March. pp:6-8.
- Lara-Herrera Alfredo, Antonio Delgado-Martínez, and Ángel G. Bravo-Lozano. 2002. Pepper Production As Influenced By Irrigation Frequency And Mulch. 16th International Pepper Conference. Tampico, Tamps. México.
- Martínez Gamiño M.A., 2002. El cultivo de chile guajillo con ferti-irrigación en el altiplano de San Luis Potosí. Folleto para productores N° 33. Campo Experimental Palma de la Cruz. INIFAP.
- Noé Chávez S., Mario Berzosa M. y J.A. Cueto W. 2001. Dinámica de absorción nutrimental del chile jalapeño en fertirrigación. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Morelos. México.
- Tim Hartz, Extension Vegetable Specialist, University of California-Davis. 2001. Managing Fertility in Drip-Irrigated Chile Production. Cooperative Extension Service • Circular 573. College of Agriculture and Home Economics. Las Cruces, NM