

FERTILIZACIÓN NITRO-FOSFÓRICA EN TOMATE DE CÁSCARA *Physalis ixocarpa* Brot. DE RIEGO, EN IRAPUATO, GTO., MÉXICO.

Luis Pérez Moreno* y Jaime Granados Aviles*

RESUMEN

Este estudio se realizó en el año de 1995 en el Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato. La variedad utilizada fue la Criolla de Irapuato. Los factores evaluados fueron: "A" nitrógeno (0, 100, 150, 200 y 250 kg ha⁻¹) y "B" fósforo (0, 40, 60 y 80 kg ha⁻¹). Otro factor tomado en cuenta fue el tratamiento regional de los agricultores que es el 300-80-00. Se utilizó un diseño de tratamiento bifactorial montado bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La variable evaluada fue el rendimiento. Los factores nitrógeno y fósforo a sus diferentes dosis presentaron efectos significativos sobre el rendimiento. El tratamiento que generó la mayor producción de frutos fue el regional de los agricultores que es 300 unidades de nitrógeno y 80 unidades de fósforo.

ABSTRACT

This study was carried out in 1995 at the Campo Agrícola Experimental (Experimental Agricultural Field) of the Instituto de Ciencias Agrícolas (Institute of Agricultural Sciences) of the University of Guanajuato. The variety of garden produce used was the "Criolla de Irapuato". The factors evaluated were: "A" nitrogen (0, 100, 150, 200 and 250 kg ha⁻¹) and "B" phosphorous (0, 40, 60 and 80 kg ha⁻¹). Another factor taken into account was the regional treatment of the agricultores: 300-80-00. The experiment was conducted in a bifactorial manner using a complete randomized block design with four repetitions. The evaluated variable was crop yield. The nitrogen and phosphorous factors at different dosis showed significant effects on yield. The treatment which generated the greater production of fruit was the regional treatment of those agricultores with 300 units of nitrogen and 80 units of phosphorus.

Palabras clave: Tomate de cáscara, *Physalis ixocarpa*, fertilización, nitrógeno, fósforo.

Key words: Husk tomato, *Physalis ixocarpa*, fertilization, nitrogen, phosphorus.

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), también conocido como tomate verde, tomate de cáscara o tomate de fresadilla es un cultivo que está incluido dentro del grupo de las hortalizas, y se agrupa dentro de la familia Solanaceae y género *Physalis*. El tomate de cáscara es una hortaliza que se conoce desde tiempos precolombinos; la herbolaria medicinal mexicana le atribuye al fruto propie-

dades curativas. Se considera un cultivo hortícola de gran importancia en México; en 1997 el área sembrada con esta hortaliza fue de más de 35,000 ha con un rendimiento promedio de arriba de 11 ton/ha (SAGAR, 1997). Este cultivo se produce en todas las entidades de la República Mexicana; Puebla es el principal estado productor, seguido de Jalisco, Edo. de México, Sinaloa, Morelos y Michoacán (Tabla 1) (SAGAR, 1997; INIFAP, 1998).

* Cuerpo Académico en Producción y Desarrollo Agropecuario. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad de Guanajuato. Apartado Postal 311, C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México. Tel. y Fax: (462) 4-18-89; 4-41-18. Email: luispm@dulcinea.ugto.mx

Recibido: 9 de Octubre de 2000

Aceptado: 20 de Febrero de 2001

Tabla 1. Superficie cultivada (ha), producción (ton), rendimiento unitario (ton/ha) y precio medio rural (\$/ton) de tomate de cáscara en los estados productores más importantes de México.

Estado	Superficie cultivada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento unitario (kg/ha)	Precio medio rural (\$/ton)
Puebla	6,584	72,062	11,455	3,771
Jalisco	4,156	51,910	13,283	2,473
Estado de México	3,904	49,947	13,882	5,483
Sinaloa	3,019	43,661	14,790	4,209
Morelos	2,754	35,344	13,023	3,073
Michoacán	2,690	41,682	16,044	2,501
Hidalgo	1,804	11,602	7,461	3,336
Guanajuato	1,480	9,727	7,915	2,729

Fuente: SAGAR, 1997.

El estado de Guanajuato es uno de los principales productores de tomate de cáscara en el país, ya que en 1997 se sembraron 1,480 ha (SAGAR, 1997). Asimismo, genera ingresos al productor ya que el precio medio rural puede variar de \$2,473.00 a \$5,483/ton (Tabla 1) y emplea 200 jornales por hectárea por ciclo, ocasionando una fuerte actividad económica por la mano de obra que emplea (Durán y col., 1989).

El tomate cáscara ocupa el lugar 44 en superficie cultivada en México, es el número 24 en importancia dentro de los cultivos anuales y ocupa el quinto lugar entre las especies olerícolas, siendo superado únicamente por chile, jitomate, papa y cebolla. La superficie cosechada de tomate de cáscara se ha incrementado paulatinamente desde 1932, siendo a partir de la década de los setentas cuando empezó a cobrar importancia a nivel nacional, ya que antes prácticamente sólo se cultivaba y consumía en el centro del país. En la década de los ochentas pasó a ser de los 10 cultivos olerícolas más importantes, en tanto que en los noventas su cultivo se extendió prácticamente a todo el país, ya que para 1997 se informó que fue cultivado en los 32 estados del país (SAGAR, 1997; Peña y Santiaguillo, 1998). Otra razón del incremento en la superficie cultivada con tomate de cáscara es que a partir de los ochentas se ha estado exportando tanto fresco como industrializado a los Estados Unidos de Norteamérica (Gómez y col., 1991; Montes y Aguirre, 1992).

Dada la importancia económica y social que representa esta hortaliza para el estado de Guanajuato, se deben mejorar todos los factores que intervienen en su proceso productivo, tal como la fertilización, control de plagas, prevención de enfermedades, control de maleza y riegos; destacando entre los anteriores la fertilización, la cual influye directamente en la producción y rendimiento de fruto.

Se conoce que en los suelos que se cultivan de manera intensiva, sobre todo si se siembran continuamente plantas que requieren nitrógeno y fósforo en abundancia, es necesario realizar una óptima fertilización que compense los nutrientes que las plantas requieran tanto para su desarrollo como para alcanzar buenos niveles de producción, de tal manera que hagan más rentables los cultivos (Domínguez, 1973).

Con respecto a la fertilización en tomate de cáscara en México, existen diferencias al considerar las dosis a emplear, pues mientras que SARH-INIA-CIAB-CAEB (1983) y Arroyo (1991) recomiendan fertilizar con 120 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo, para los estados de Guanajuato y Guerrero, respectivamente; Peña (1994) menciona que la dosis a emplear depende fundamentalmente del tipo de suelo, e indica que el tratamiento 180-90-30 es adecuado para tomate de cáscara en suelos de tipo migajón limoso, mientras que si los suelos son más pobres se debe aplicar más fertilizante. Ante la escasa información científica generada

en esta hortaliza, y más específicamente con respecto a los tratamientos de fertilización y formas de aplicación de los fertilizantes, en el municipio de Irapuato, Gto., algunos productores de tomate de cáscara emplean dosis empíricas de fertilización de nitrógeno que van de 200 hasta 300 unidades, y dosis de fósforo de 80 unidades. Por lo anterior y ante la necesidad de generar información útil a los productores, el siguiente trabajo llevó por objetivo conocer la mejor combinación en la dosis nitrógeno-fósforo en kg/ha que generen el mayor rendimiento de tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

El trabajo experimental se desarrolló durante el ciclo invierno-primavera de 1994-1995 en terrenos del Campo Agrícola Experimental, del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato (ICA-UG), localizado en la Ex-Hacienda “El Copal”, municipio de Irapuato, Gto., Km. 9 de la carretera Irapuato-Silao. Ubicado geográficamente a 101° 19' 19" de longitud oeste y 20° 44' 44" de latitud norte, con una altura de 1,750 sobre el nivel del mar.

Características climatológicas del área de estudio

El clima del área del ICA-UG, de acuerdo con la clasificación de Köpen, modificado por García (1981), es BS, hw(h)(e), siendo un clima semicálido o semiseco con lluvias en verano, con escasa precipitación invernal e inviernos frescos, donde la lluvia se distribuye entre los meses de junio a septiembre. Con una humedad relativa media del 56% y una temperatura media anual de 18°C. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es extremosa; cuenta con periodo libre de heladas de 220 días, las heladas tempranas se presentan el 3 de octubre y las tardías el 21 de marzo.

Características edáficas del sitio experimental

Los suelos del sitio experimental se clasifican dentro de los vertisoles pélicos, de textura migajón arcillosa, profundos, con buena capacidad de intercambio catiónico total, ligeramente alcalinos, con indicios de salinidad, buen contenido de materia orgánica y pobres en nitrógeno, con un contenido de regular a bueno de fósforo y pobres en potasio (Tabla 2).

El análisis físico-químico del suelo del área de estudio se obtuvo analizando seis muestras al azar de la superficie comprendida para el experimento.

Tabla 2. Análisis físico-químico del suelo en el lote experimental.

Característica	Valor
PH	7.50
CE	2.30 mmhos/cm
PSI	25.05 %
M.O.	1.62 %
CICT	24.16 miliequivalentes/100g de suelo
Arena	18.56 %
Limo	32.0 %
Arcilla	49.44 %
N	0.072 %
P	20 ppm
K	0.060 %

Diseño experimental y de tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo bifactorial, con cuatro repeticiones, en el que el factor A le correspondió al nitrógeno y el factor B al fósforo. El factor A tuvo 5 niveles y el factor B 4 niveles. Lo anterior dió un total de 20 tratamientos (Tabla 3). Finalmente se incluyó el tratamiento regional de los agricultores que es el 300-80-00.

Tabla 3. Tratamientos de fertilización evaluados en el presente estudio (kg/ha).

No.	N	P	K
1	250	80	0
2	250	60	0
3	250	40	0
4	250	0	0
5	200	80	0
6	200	60	0
7	200	40	0
8	200	0	0
9	150	80	0
10	150	60	0
11	150	40	0
12	150	0	0
13	100	80	0
14	100	60	0
15	100	40	0
16	100	0	0
17	0	80	0
18	0	60	0
19	0	40	0
20	0	0	0
21	300	80	0

N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio.

Se realizaron los análisis de varianza necesarios y la comparación de medias por medio de la prueba de Tukey, en los casos que fue necesario, con $P < 0.05$.

Cada parcela experimental estuvo constituida por cinco surcos de 5 m de largo con un espaciamiento entre sí de 1.60 m (40 m²), tomando como parcela útil 24 m² de los tres surcos centrales.

Desarrollo experimental

El material genético de tomate de cáscara que se utilizó en esta prueba fue la variedad Criolla originaria del estado de Guanajuato. La siembra se realizó el día 20 de enero de 1995 en un suelo bien preparado (barbecho, dos pasos de rastra, dos pasos de niveladora y surcado), siguiendo con las labores de cultivo necesarias para llevarlo a cabo como riegos, deshierbes, escardas y aspersiones para el control de plagas y enfermedades. Las fuentes que se utilizaron en el trabajo experimental fueron

dos fertilizantes comerciales: Urea (46-00-00) como fuente de nitrógeno, aplicando una tercera parte a la siembra, una tercera parte a los 45 días después de la siembra y el otro tercio a los 90 días posterior de la siembra y Súper fosfato de calcio triple (00-46-00) como fuente de fósforo, aplicado todo al momento de la siembra.

Variable en estudio

a) Rendimiento de fruto; se obtuvo con el peso del único corte de la parcela útil, y se expresó en kilogramos por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se realizó el análisis de varianza, indicando alta significancia para los factores nitrógeno y fósforo y significancia para la interacción nitrógeno-fósforo con coeficiente de variación de 6.54% (Tabla 4); lo anterior significa que dependiendo del tratamiento empleado se obtuvieron rendimientos de fruto diferentes.

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza para la variable analizada en el estudio «Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.». I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Variable	F.c. Nitrógeno	F.c. Fósforo	F.c. Nitrógeno / fósforo	C.V. (%)
Rendimiento de fruto (kg/ha)	**	**	*	6.54

F.c.: F calculada; * *: Alta significancia; *: Significancia; C.V.: Coeficiente de variación

Dada la diferencia que se presentó en cada factor se procedió a realizar la separación de medias entre tratamientos por medio de la prueba Tukey $P < 0.05$, (Tablas 5, 6 y 7). Para el factor nitrógeno se observó que con la dosis de 250 unidades se obtuvo un rendimiento de fruto de 9,046.00 kg/ha, seguido por las dosis de 200, 150, 100, y finalmente por el testigo (0 unidades de nitrógeno) en el que se obtuvo el menor rendimiento con 4,559.00 kg/ha.

Tabla 5. Separación de medias para la variable rendimiento de fruto considerando el factor nitrógeno en el estudio «Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.». I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Unidades de nitrógeno	Rendimiento(kg/ha)
250	9,046.63a*
200	8,078.75 b
150	7,206.31 c
100	6,367.69 d
00	4,559.38 e

* Cifras con letra diferente en la columna indican diferencia estadística.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey P<0.05.

Tabla 6. Separación de medias para la variable rendimiento de fruto considerando el factor fósforo en el estudio «Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.». I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Unidades de fósforo	Rendimiento(kg/ha.)
80	8,065.70a*
60	7,366.30 b
40	6,676.25 c
00	6,101.15 d

* Cifras con letra diferente en la columna indican diferencia estadística.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey P<0.05.

Tabla 7. Rendimiento de fruto de tomate (kg/ha) utilizando cinco niveles de nitrógeno y cuatro de fósforo en el estudio «Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.». I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Unidades de Fósforo	Unidades de Nitrógeno				
	250	200	150	100	00
80	10,333a*	9,366.0a	8,422a	6,933a	5,274a
60	9,244 b	8,688.0a	7,500 b	6,511ab	4,888a
40	8,377 c	7,544.0 b	6,938 b	6,158ab	4,430ab
00	8,311 c	6,716.0 b	5,966 c	5,869 b	3,644 b

* Cifras en cada columna seguidas con letras diferentes indican diferencia estadística.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey P<0.05

El rendimiento más alto se obtuvo con la dosis de 80 unidades de fósforo seguidos de 60 y 40 unidades, mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con la dosis de 0 unidades de fósforo; lo anterior coincide con lo reportado por Montalvo y col. (1996), quienes encontraron que el mayor rendimiento de planta se tuvo con la dosis de fósforo de 200 ppm. Para el factor nitrógeno, al usar la dosis de 250 unidades combinadas con 80 y 60 unidades de fósforo, se obtuvieron rendimientos diferentes, mientras que al combinarlas con 40 y 00 unidades de fósforo no se presentaron diferencias en ellas, pero sí los menores rendimientos de fruto con estas combinaciones (Tabla 7).

En cambio, al combinar 200 unidades de nitrógeno con 80 y 60 unidades de fósforo estadísticamente no se obtuvieron rendimientos diferentes, mientras que al combinarlas con 40 y 0 sí obtuvieron rendimientos diferentes. Al combinar la dosis de 150 unidades de nitrógeno con 80 unidades de fósforo se obtuvieron los mayores rendimientos, en comparación con la combinación de 60 y 40 unidades de fósforo; entre éstos no hubo rendimientos estadísticamente significativos y al aplicar 150 unidades de nitrógeno sin fósforo hubo diferencias en rendimiento respecto a los anteriores. En tanto, al combinar 100 unidades de nitrógeno con 80, 60 y 40 unidades de fósforo se obtuvieron rendimientos significativamente diferentes, pero al aplicar 100 unidades de nitrógeno sin fósforo mostraron diferencias en rendimiento con la combinación de 80 unidades de fósforo. Finalmente, cuando no se aplicó nitrógeno y sólo se aplicó fósforo en dosis de 80, 60 y 40 unidades estadísticamente no se presentaron diferencias en rendimiento; pero al no aplicar nitrógeno y fósforo (testigo absoluto) se obtuvieron diferencias en rendimiento y resultó ser este tratamiento el que presentó el rendimiento más bajo.

La combinación de 250 unidades de nitrógeno y 80 unidades de fósforo fue con la que se obtuvo el mayor rendimiento de tomate de cáscara en este experimento.

Tabla 8. Resultado del análisis de varianza para el factor tratamientos utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en el estudio “Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.” I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Variable	F.c. tratamientos	C.V. (%)
Rendimiento de fruto (kg/ha)	* *	6.29

F.c.: F calculada; * *: Alta significancia; C.V.: Coeficiente de variación.

Cuando se analizaron los resultados del estudio incluyendo el testigo regional respecto a la variable rendimiento de fruto, se encontró alta significancia para el factor tratamientos (Tabla 8). Al realizar la separación de medias con la prueba Tukey $P < 0.05$ para esta variable (Tabla 9), se encontró que el tratamiento 300-80-00 pre-

sentó el mayor rendimiento, lo anterior no coincide con lo reportado por SARH-INIA-CIAB-CAEB (1983) quien reporta que la dosis de fertilización recomendada para el tomate de cáscara en Guanajuato es 120 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por hectárea; en cambio, coincide con lo mencionado por algunos agricultores de la región de Irapuato, Gto., quienes indican que con este tratamiento pueden llegar a obtener rendimientos totales de hasta 20.0 ton/ha (Benjamín Granados Avilés, 1994, Comunicación personal, Irapuato, Gto.); sin embargo, dicho rendimiento es estadísticamente igual al que se obtuvo con el tratamiento 250-80-00.

Los resultados obtenidos con 300 y 250 unidades de nitrógeno y con 80 unidades de fósforo, infieren que es necesario encontrar aquellas que promueva un aumento en el rendimiento alcanzado.

Tabla 9. Evaluación de tratamientos de fertilización para la variable rendimiento de fruto en el estudio “Fertilización Nitrógeno-Fosforada en tomate de cáscara de riego, en la región de Irapuato, Gto.”. I.C.A. U. de Gto. I-P 1994-95.

Número	Dosis de fertilización N-P-K	Rendimiento de fruto (kg/ha)*
1	300 80 00	10,866.25a
2	250 80 00	10,333.00ab
3	200 80 00	9,368.00 bc
4	250 60 00	9,244.00 bc
5	200 60 00	8,688.50 cd
6	150 80 00	8,421.75 cd
7	250 40 00	8,377.25 cd
8	250 00 00	8,310.75 cd
9	200 40 00	7,544.25 de
10	150 60 00	7,499.75 de
11	150 40 00	6,937.75 ef
12	100 80 00	6,932.75 ef
13	200 00 00	6,782.50 ef
14	100 60 00	6,510.75 efg
15	100 40 00	6,158.25 fg
16	150 00 00	5,966.00 fgh
17	100 00 00	5,869.00 fgh
18	00 80 00	5,296.75 ghi
19	00 60 00	4,888.50 hi
20	00 40 00	4,430.25 ij
21	00 00 00	3,644.25 j

* Cifras con la misma letra en la columna indican igualdad estadística.

Comparación múltiple de medias DSH Tukey $P < 0.05$

CONCLUSIONES

- 1.-Para el factor nitrógeno, la dosis de 250 unidades presentó el mayor rendimiento de fruto (9,046.63 kg/ha).
- 2.-Para el factor fósforo, la dosis de 80 unidades generó el mayor rendimiento de fruto (8,065.70 kg/ha).
- 3.-Para el presente estudio el testigo regional del agricultor, con la combinación nitrógeno-fosforada de 300-80-00 presentó el mayor rendimiento de fruto (10,866.25 kg/ha).
- 4.-Tanto el tratamiento 250-80-00 (10,333.00 kg/ha) como el testigo regional 300-80-00 (10,866.25 kg/ha), no presentaron diferencias significativas en su respuesta al evaluar rendimiento.

REFERENCIAS

- Arroyo, A. G. 1991. *Efectos fisiológicos de seis herbicidas sobre selectividad vs. fitotoxicidad en el tomate de cáscara Physalis ixocarpa Brot. en Cocula, Guerrero*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 27.
- Domínguez, A. 1973. *Abonos minerales*. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. pp. 94-95, 102-103, 119-121, 130-132, 142-143.
- Durán, R. J. A., Ayvar, S. S. y Alarcón, R. S. 1989. Costos de producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). En: *Memorias del III Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*. Oaxtepec, Morelos, México. p. 55.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, D. F. 130 p.
- Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R. y Merino, S. A. 1991. *El consumo de hortalizas en México*. CIESTAAM. Universidad Autónoma de Chapingo. Reporte de Investigación # 7. p37.
- Granados, Avulés B., 1994, *Comunicación Personal*.
- Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Experimental Zacatepec. 1998. *Los mercados de las hortalizas como base para elegir las especies a producir en el estado de Morelos*. Publicación especial. 101 pp.
- Montalvo, H. D., Peña, L.A., Sahagún, C. J. y López, H. A. 1996. Nutrición y clorosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). En: *Memorias del XVI Congreso de Fitogenética*. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. p. 124.
- Montes, H. S. y Aguirre, R. J. R. 1992. Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.). En: J. E. Hernández B. y J. León (eds.). *Cultivos Marginados: Otra perspectiva de 1492*. FAO ONU. Roma. pp. 115-120.
- Peña, L. A. 1994. Hibridación en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). En: *Memorias de la XL Reunión Anual*. Interamerican Society for Tropical Horticulture. Campeche, México. p. 67.
- Peña, L. A. y Santiaguillo, H.J.F. 1998. *Variabilidad genética de tomate de cáscara en México*. Boletín Técnico # 2. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 26 p.
- SARH-INIA-CIAB-CAEB. 1983. *Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Agrícola Experimental Bajío*. Celaya, Guanajuato, México. p. 276.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Centro de Estadística Agropecuaria. 1997. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*. Tomo II. 387 p.