

EFFECTO DEL MANEJO REDUCIDO Y CONVENCIONAL EN CHILE MIRASOL EN LA REGIÓN NORTE CENTRO DE MÉXICO

Mario Amador-Ramírez¹, Rodolfo Velásquez-Valle¹ y Blanca Sánchez-Toledano¹

RESUMEN

Con el objetivo de medir la respuesta en el crecimiento y rendimiento del chile para secado al manejo del suelo con un sistema sin labranza primaria e inclusión de un cultivador giratorio como parte de las actividades agrícolas de la labranza secundaria, se emprendió un estudio de tres años en dos localidades (El Porvenir y CEZAC) de la región del Altiplano de Zacatecas. El diámetro de tallo en El Porvenir estuvo influenciado por la reducción de actividades agrícolas, a diferencia de la altura de planta. La altura de planta y diámetro de tallo en el CEZAC no mostraron una respuesta definida a la acción de los sistemas de manejo. En el CEZAC los rendimientos de chile de calidad primera fueron mayores con manejo convencional que con manejo reducido en dos de los tres años del estudio. En El Porvenir, ninguno de los sistemas de manejo afectó el rendimiento total y de calidad primera. El sistema de manejo convencional utilizado en el CEZAC fue más rendidor en chile calidad primera que el sistema convencional del productor de la localidad El Porvenir. El rendimiento de chile siempre fue mayor o tendió a serlo en el tratamiento con labranza convencional que con labranza reducida.

Palabras clave adicionales: Crecimiento, manejo del suelo, rendimiento de fruto, análisis de medidas repetidas.

ABSTRACT

Effect of reduced and conventional management on dry chili pepper at the North Central Region of México

With the aim of measuring the response on the growth and yield of dry chili pepper to soil management without primary tillage and use of a rolling cultivator as part of the secondary tillage, a study was carried out during three years at the High Plains of Zacatecas. Plant stem diameter at El Porvenir was influenced by the reduction of agricultural activities, unlike plant height. Plant height and stem diameter at the CEZAC showed no definite response to the action of the management systems. In the CEZAC, chili pepper first quality yields were higher with conventional than with reduced management in two of the three years of the study. In El Porvenir, the total and first quality yields were not affected by any of the management systems. The chili pepper first quality obtained with the conventional management system proposed by the CEZAC yielded more than the conventional system from the producer of El Porvenir. The crop yield was always higher or tended to be higher under conventional tillage than under reduced tillage.

Additional key words: Crop growth, soil management, fruit yield, repeated measure analysis.

INTRODUCCIÓN

En el sistema actual de producción de chile (*Capsicum annuum* L.) que utilizan los productores de la región norte-centro de México se realiza una alta inversión, debido a la aplicación de diversas actividades agrícolas antes y después de la plantación (SAGARPA, 2004). No obstante lo benéfico que puede resultar el manejo para diversos cultivos (Ofori, 1993), el sistema tradicional o convencional de producción de chile manifiesta una reducida sostenibilidad, debido principalmente al excesivo manejo causado por las

múltiples operaciones agrícolas aplicadas antes de la plantación y durante todo el ciclo del cultivo, lo que a su vez resulta en un alto consumo de energía y combustible. Este manejo primario se basa en la aplicación de barbecho, rastreo (dos pases), nivelación (repetidos pasos de riel) y surcado, así como la remoción del surco (uno o dos pases), escardas (de tres a cuatro) y deshierbes (de 3 a 12, dependiente del problema con malezas), entre otras actividades aplicadas al suelo como parte del manejo secundario. El manejo intensivo impuesto al cultivo por el sistema convencional podría inducir cambios al suelo, como la pérdida de la

Recibido: Noviembre 1, 2012

Aceptado: Junio 3, 2013

¹ Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Apdo. 18. Calera V.R., Zac. e-mail: amadorm@zacatecas.inifap.gob.mx

estabilidad estructural (Leiva et al., 2002), mayor resistencia a la penetración y abatimiento de la humedad (Mora et al., 2001), asociado a la mayor exigencia de energía e incremento en los costos, comprometiendo la sostenibilidad de la producción agrícola.

En términos de sostenibilidad, es benéfico el uso de prácticas de manejo que sean menos perturbadoras o que proporcionen a la estructura la oportunidad de recuperación. De acuerdo con Rojas (2001), una mayor sostenibilidad en un sistema de cultivo implica implementar un cambio en la tecnología de producción que conlleve a una disminución en los costos de producción y a un aumento en la productividad. El manejo de conservación ofrece algunos aspectos de sostenibilidad al incluir la reducción en la frecuencia de operaciones de manejo, así como el uso de implementos no inversores del suelo (Lyon et al., 2004). Por otro lado, Mitchell et al. (2004) mencionan que el término manejo de conservación se usa para describir aquellos sistemas de producción que reducen el manejo aun más que el manejo mínimo. Al aplicar menos número de operaciones de manejo a través de la parcela, resulta factible la recepción de incentivos de tipo económico, como costos reducidos de combustibles, mano de obra y equipos (Baker et al., 2005) y de tipo ambiental como una reducida producción total de polvo (Baker et al., 2005), así como de conservación del carbono orgánico del suelo (Follet et al., 2009).

El manejo y el nivel de compactación del suelo afectan propiedades físicas como la resistencia a la penetración del suelo, la capacidad de retención de agua, la densidad aparente y la porosidad, las cuales a su vez afectan algunas variables del crecimiento de la planta, como la altura, longitud del tallo principal y diámetro del tallo (Samuel y Ajav, 2010; Erdem et al., 2007).

En algunos cultivos, independientemente de que se use manejo profundo o superficial al principio del crecimiento, lo más importante es prevenir el posterior tráfico pesado para aliviar los efectos negativos de la compactación. (Sidhu y Duiker, 2006).

Basado en resultados de investigación, la respuesta del rendimiento de cultivos manejados con manejo reducido o de conservación pueden ser similares o ligeramente superiores (Land and Water Conservation, 1978; Ewulo et al., 2011),

aunque también se han cuantificado rendimientos menores que con manejo convencional (Cabrera, 1996; Rojas et al., 2002), lo que indica que no existe un modelo de sistema de manejo sostenible universalmente aplicable (Lal, 1991). De la variante respuesta de los cultivos a los sistemas de manejo de conservación se puede deducir que en la elección de los sistemas de manejo deberá de existir especificidad alrededor del suelo, tipo de cultivo y sistema de producción utilizados por el agricultor, en donde su adaptación es gobernada por factores biofísicos y socioeconómicos, como el ahorro de costos y la optimización de los márgenes de producción y financiero (Lal, 1991; Morris et al., 2010).

El manejo de conservación en Chile no ha sido documentado, aunque su uso ha sido implementado con éxito en cultivos como maíz (Griffith et al., 1998), algodón (Wiatrak et al., 2007) y trigo (Lyon et al., 1998). El objetivo de este estudio fue medir en dos localidades el efecto en el crecimiento y rendimiento del Chile de un sistema con manejo primario (manejo convencional) u otro sin manejo primario e inclusión de un cultivador giratorio en sustitución de la remoción manual del surco (manejo reducido) como parte de las actividades agrícolas del manejo secundario.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación con los sistemas de manejo reducido y convencional se llevó a cabo durante 2008, 2009 y 2010, para lo cual se establecieron plantaciones de Chile Mirasol en terrenos del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) con coordenadas de 22°54' N, 102°39' W. En el 2009 también se estableció la investigación en un lote de Chile de un productor cooperante de la localidad El Porvenir (22°57' N, 102°40' W), en el municipio de Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. Las plantaciones en el CEZAC se establecieron sobre suelo franco con 39 % de arena, 23 % de arcilla y 2,6 % de materia orgánica. En la localidad El Porvenir, el suelo estuvo constituido por 41 % de arena, 19 % de arcilla y 1,8 % de materia orgánica.

Los tratamientos o sistemas de manejo fueron implementados en parcelas de 60 m de largo. El sistema de manejo reducido consistió en la eliminación de actividades relacionadas con el

barbecho, rastreo, nivelación y surcado, así como la remoción con azadón del surco de plantación, lo cual fue sustituido por el uso de un cultivador giratorio asociado a un escarificador. Este sistema de producción fue comparado con el sistema convencional, el cual estuvo conformado por la labranza primaria (barbecho, rastreo, nivelación y surcado) y labranza secundaria (picas manuales, escardas y deshierbes manuales). En ambos tipos de manejo el riego se aplicó por surcos.

Se trasplantó chile Mirasol en una densidad de 52.400 plantas·ha⁻¹ (4 plantas·m⁻¹) en surcos sencillos espaciados a 0,76 metros. En el sistema de manejo reducido, el trasplante se hizo en surcos contruidos y formados del ciclo anterior, indistintamente del cultivo. Se aplicó fertilización de 220, 100 y 150 kg·ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, en donde la dosis de nitrógeno se fraccionó en tres porciones. Un tercio del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio fueron aplicados a los 15 días después del trasplante, mientras que los dos tercios restantes de nitrógeno fueron aplicados, uno a los 30 días y el otro a los 70 días. Al lote de chile conducido por el productor cooperante (manejo convencional) se suministró fertilizante químico más gallinaza (1,5 % N, 0,7 % P y 0,75 % K), para contabilizar 118, 114 y 9 kg·ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, aplicados en su totalidad antes de la plantación.

La remoción mecánica del surco llevada a cabo con el cultivador giratorio Lilliston más un escarificador, así como la remoción manual hecha con azadón, se realizaron a los 15, 30, 45 y 70 días después del trasplante. Las picas mecánica y manual siempre fueron el prelude para la aplicación de las escardas.

Las variables medidas en ambos sistemas de producción fueron altura de la planta, diámetro del tallo, rendimiento, número y peso seco del fruto y calidad del mismo. Las variables relativas al crecimiento de la planta fueron determinadas en cada una de cuatro plantas seleccionadas al azar. La altura de planta fue medida desde ras del suelo y el diámetro del tallo determinado con un vernier digital a 5 cm del suelo. El rendimiento de los frutos fue cuantificado a partir de un número que varió entre 50 y 72 muestras por parcela (Cuadro 1).

Los frutos secos de cada muestra fueron seleccionados por inspección visual y luego contados y pesados según su calidad en primera, segunda y tercera. Los frutos de color rojo limpio sin manchas fueron clasificados como de primera,

mientras que los de color rojo pálido, o con partes rotas y/o textura rugosa fueron clasificados como de segunda. Los frutos descoloridos con manchas blancas fueron clasificados como frutos de tercera. Los rendimientos del cultivo por parcela fueron transformados a kilogramos por hectárea.

Cuadro 1. Tamaños de muestra por año y localidad usados para determinar el rendimiento de chile Mirasol bajo manejo convencional (MC) o reducido (MR)

Año	Localidad	Tratamiento	Muestras por parcela
2008	CEZAC	Ambos	50
	CEZAC	Ambos	55
2009	El Porvenir	Ambos	60
		MC	72
2010	CEZAC	MR	60

Para analizar los datos de los muestreos a través del tiempo, a las variables altura de planta y diámetro de tallo se les aplicó un análisis de medidas repetidas. A los datos de rendimiento así como el número y peso seco de frutos se les realizó un análisis de varianza bajo un diseño en parcelas divididas utilizando los años como parcela principal y los sistemas de producción como subparcelas, mediante el modelo mixto del SAS Institute (Littell et al., 1996). Todos los análisis estadísticos y comparación de medias mediante la prueba de t fueron realizados utilizando el programa SAS v. 8.02 (Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento: Con relación a la altura de planta, la respuesta del cultivo en la localidad CEZAC fue diferente entre años, pero similar entre sistemas de manejo (Cuadro 2). La diferencia entre años estuvo dada por la mayor altura de planta mostrada por el cultivo en 2010 en comparación a las alturas en 2008 y 2009. A pesar de la ausencia de significancia en el efecto fijo del sistema de manejo y basado en la significancia estadística observada en la interacción años-sistemas, se puede inferir que la respuesta a los dos sistemas de manejo no fue constante a través de los años, ya que en 2008 las plantas de chile con diferente sistema de manejo mostraron similar

altura, pero en 2010 las de manejo convencional superaron a las de manejo reducido. Por su parte, en 2009 las plantas con manejo reducido mostraron una mayor altura que con manejo convencional (Cuadro 3). En la localidad El Porvenir, la altura de plantas no fue diferente a la del CEZAC, ni hubo diferencias por el tipo de manejo o su interacción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efectos fijos en la altura de la planta de chile Mirasol en función del año y sistema de manejo en dos localidades

CEZAC		CEZAC y El Porvenir	
Años 2008 al 2010		Año 2009	
Efecto	P (°)	Efecto	P
Año	0,011	Localidad	0,465 ns
Sistemas	0,530 ns	Sistema	0,324 ns
Año*Sistema	0,001	Loc*Sist	0,827 ns

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa; ns: no significativo. Análisis de mediciones repetidas

En relación con el diámetro de tallo, la respuesta de las plantas a los sistemas de manejo

agronómico entre años y su interacción con el factor sistemas fue diferente en la localidad CEZAC (Cuadro 4), mientras que en la localidad El Porvenir la respuesta entre sistemas de manejo fue diferente, pero similar a la respuesta observada en el CEZAC (Cuadro 5). En el año 2010, las plantas de chile, como promedio de los sistemas de manejo, mostraron un tallo de mayor diámetro que las plantas en 2008 y 2009, mientras que el diámetro de tallo cuantificado en las plantas con manejo reducido, como promedio de las localidades, fue mayor que con manejo convencional en el 2009.

La respuesta al método de manejo en el crecimiento de la planta de chile en ambas localidades no fue del todo definida y constante, por lo que difícilmente se le podría atribuir el comportamiento del cultivo a algún factor del suelo, tal como lo sugiere Erdem et al. (2007), quienes mencionan que el efecto en variables del crecimiento como el diámetro de tallo y la altura de planta está relacionado con la resistencia a la penetración del suelo, la cual es afectada por el método de manejo.

Cuadro 3. Prueba de t y probabilidad estadística (P) de la altura promedio de plantas de chile Mirasol con manejo convencional (MC) y reducido (MR) dentro y entre años según la localidad

Localidad	Comparación	Altura (cm)	t	P
CEZAC	MC vs MR en 2008	54,25 vs 52,98	-0,40	0,689 ns
	MC vs MR en 2009	54,14 vs 59,84	2,30	0,022
	MC vs MR en 2010	64,75 vs 57,50	-3,00	0,003
	2008 vs 2009	53,61 vs 56,98	1,73	0,118 ns
	2008 vs 2010	53,61 vs 61,13	3,94	0,003
	2009 vs 2010	56,98 vs 61,13	2,21	0,054 ns
El Porvenir	MC vs MR	58,32 vs 62,60	-1,08	0,477 ns
Ambas	Porvenir vs CEZAC	60,43 vs 57,02	-1,12	0,465 ns

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa según prueba de t; ns: no significativo

Rendimiento: Excepto por la respuesta del cultivo al sistema de producción con manejo reducido en 2008, en donde el rendimiento de tercera fue ligeramente mayor que el rendimiento de segunda, el comportamiento de los rendimientos de calidad primera, segunda y tercera en el resto de los años y sistemas de manejo fue siempre de mayor a menor, respectivamente (Cuadro 6). Cabe señalar que se hace énfasis en el fruto calidad primera porque representa el de mayor precio y es el que el mayor aporte a la ganancia bruta de la producción del cultivo. En la localidad CEZAC, el rendimiento

total y por calidad a través de sistemas de manejo fue diferente entre años, sobresaliendo el mayor rendimiento promedio en 2008 en comparación a 2009 y 2010. Dentro de años, los rendimientos totales en 2010 y los de calidad primera en 2008 y 2010 obtenidos con el manejo convencional fueron estadísticamente mayores que con el manejo reducido (Cuadro 7). Este tipo de respuesta con relación a la nula obtención de mayores rendimientos con manejo de conservación con respecto al sistema convencional es probablemente la causa principal de la falta de adopción del manejo reducido por

parte del productor (Lyon et al., 2004). Por otro lado, Lyon et al. (1998) no encontraron diferencias en los rendimientos de parcelas de trigo manejadas por 25 años con varios sistemas de laboreo reducido, a pesar de la mayor retención de agua en el suelo en estos sistemas en comparación al sistema con manejo convencional.

Cuadro 4. Efectos fijos en el diámetro del tallo de la planta de chile Mirasol en función del año y sistema de manejo en dos localidades

Efecto	CEZAC	CEZAC y El Porvenir	
	Años 2008 al 2010	Año 2009	
	P (°)	Efecto	P
Año	0,000	Localidad	0,345 ns
Sistema	0,061 ns	Sistema	0,001
Año*Sistema	0,001	Loc*Sist	0,846 ns

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa; ns: no significativo. Análisis de mediciones repetidas

Los rendimientos totales de fruto en el 2009 entre sistemas de manejo dentro de localidades

fueron estadísticamente similares (Cuadro 7). Sin embargo, los rendimientos de primera, segunda y total observados en ambos sistemas en la localidad CEZAC fueron mayores que aquellos cuantificados en la localidad El Porvenir. En el 2010, los rendimientos total y de las tres calidades cuantificadas en la parcela con el sistema de manejo reducido fueron estadísticamente menores que los rendimientos cuantificados en parcelas con manejo convencional. El tipo de respuesta observada en la parcela con manejo reducido podría ser parcialmente atribuida al efecto negativo del agua acumulada en pequeñas hondonadas dentro de los surcos causadas por el tractor durante la aplicación de las escardas y que habrían favorecido la presencia de enfermedades de la raíz, usualmente causadas por *Phytophthora capsici* (Ristaino, 1991). La disminución de un 45 % en el rendimiento total observada en la parcela con manejo reducido con respecto al manejo convencional, fue el reflejo de los abatimientos del 52, 35 y 46% en los rendimientos de primera, segunda y tercera, respectivamente.

Cuadro 5. Prueba de t y probabilidad estadística (P) del diámetro del tallo promedio de plantas de chile Mirasol con manejo convencional (MC) y reducido (MR) dentro y entre años según la localidad

Localidad	Comparación	Diámetro (mm)	t	P (°)
CEZAC	MC vs MR en 2008	10,23 vs 10,43	0,62	0,534 ns
	MC vs MR en 2009	9,56 vs 10,80	3,94	0,000
	MC vs MR en 2010	11,79 vs 11,38	-1,29	0,198 ns
	2008 vs 2009	10,33 vs 10,18	-0,69	0,507 ns
	2008 vs 2010	10,33 vs 11,58	5,63	0,000
	2009 vs 2010	10,18 vs 11,58	6,32	0,000
El Porvenir	MC vs MR	9,90 vs 11,30	-2,63	0,010
Ambas	Porvenir vs CEZAC	10,60 vs 10,18	-1,02	0,345 ns

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa según prueba de t; ns: no significativo

Cuadro 6. Rendimiento total y por calidad del chile Mirasol en función del año y sistema de manejo en dos localidades

Localidad	Año	Sistema	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)			
			Calidad			Total
			1era	2da	3era	
CEZAC	2008	MR	1516,9	989,1	1030,4	3536,4
		MC	2384,0	815,6	703,3	3903,0
	2009	MR	1674,6	729,5	432,9	2806,6
		MC	1682,7	689,4	487,9	2860,0
	2010	MR	870,7	817,3	521,1	2209,2
		MC	1811,7	1250,5	962,1	4024,3
El Porvenir	2009	MR	1400,1	594,1	501,4	2495,6
		MC	1423,6	660,8	451,4	2535,8

Cuadro 7. Probabilidad estadística (P) al comparar la calidad y el rendimiento total del chile Mirasol con manejo convencional (MC) y reducido (MR) dentro y entre años según la localidad (°)

Localidad	Comparación	Calidad			Rendimiento
		1era	2da	3era	
CEZAC	2008 vs 2009	0,007	0,004	0,000	0,000
	2008 vs 2010	0,000	0,043	0,002	0,000
	2009 vs 2010	0,000	0,000	0,000	0,019
	MC vs MR	0,000	0,148 ns	0,064 ns	0,000
	MC vs MR en 2008	0,000	0,110 ns	0,000	0,126 ns
	MC vs MR en 2009	0,936 ns	0,607 ns	0,237 ns	0,754 ns
	MC vs MR en 2010	0,000	0,000	0,000	0,000
El Porvenir	MCporv vs MRporv	0,733 ns	0,043	0,049	0,684 ns
	Porvenir vs CEZAC	0,000	0,001	0,485 ns	0,000
Ambas	MCporv vs MCcezac	0,000	0,394 ns	0,213 ns	0,002
	MRporv vs MRcezac	0,664 ns	0,022	0,027	0,003

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa según prueba de t; ns: no significativo

Excepto por la estrechez en los valores de rendimientos de primera calidad entre el manejo reducido y convencional observada en el 2009, en los restantes años del estudio los rendimientos de primera calidad del chile fueron estadísticamente mayores con manejo convencional que con manejo reducido. Una respuesta similar fue reportada por Malagi (2010) para varios cultivos. Aunque el efecto de los sistemas en estudio sobre las características físicas del suelo no fue parte de la investigación, la tendencia en el sistema convencional a mostrar mayores rendimientos se podría interpretar como una respuesta de la planta a dichas propiedades (Samuel y Ajav, 2010).

Los rendimientos de fruto, determinados como una respuesta a los tratamientos de manejo, estuvieron vinculados con el número de frutos y al peso de fruto (Cuadros 8 y 9). Excepto por el tratamiento con manejo reducido en el 2010, en donde el número de frutos de calidad primera fue menor que los de segunda y tercera, la tendencia en el resto de los sistemas dentro de años y localidades fue que el número de frutos de primera fuera mayor que el de las otras calidades (Cuadro 8). Sobresalen los tratamientos a base de manejo convencional en el 2008 y de manejo reducido en el 2010 por presentar la mayor y menor cantidad de frutos por metro cuadrado, respectivamente.

Cuadro 8. Número y peso seco de fruto a la cosecha del chile Mirasol con manejo convencional (MC) y reducido (MR) en función del año en dos localidades

Localidad	Año	Tipo de Manejo	Número (frutos·m ⁻²)			Peso (g·fruto ⁻¹)		
			1era	2da	3ra	1era	2da	3ra
CEZAC	2008	MC	35,0	15,7	17,8	6,8	5,2	4,0
		MR	20,3	16,9	21,9	7,4	5,9	4,8
CEZAC	2009	MC	24,2	12,6	12,2	7,0	5,5	4,0
		MR	24,1	13,0	9,2	7,0	5,7	5,0
CEZAC	2010	MC	26,5	22,9	26,2	6,9	5,5	3,7
		MR	11,6	14,2	14,8	7,0	5,8	3,5
El Porvenir	2009	MC	22,1	13,5	12,7	6,4	4,9	3,5
		MR	21,5	13,4	14,6	6,5	4,4	3,4

En relación con el peso del fruto, la respuesta fue que siempre el fruto de primera mostró el mayor peso seco, mientras que el fruto de tercera

tuvo el menor peso. En 2008, los frutos de chile con manejo reducido presentaron un mayor peso seco que aquellos frutos con manejo

convencional, mientras que en 2009 y 2010 el peso seco de fruto no fue diferente entre estos dos sistemas de manejo (Cuadro 9). En la localidad El Porvenir, no hubo diferencias en el peso seco de fruto de calidad primera entre sistemas de manejo,

pero el peso seco del fruto cosechado en la localidad CEZAC fue mayor que del fruto cosechado en El Porvenir, tanto en su conjunto como al comparar cada sistema de manejo entre localidades.

Cuadro 9. Probabilidad estadística al comparar el número y el peso seco del fruto de chile Mirasol con manejo convencional (MC) y reducido (MR) dentro y entre años según la localidad (°)

Localidad	Comparación	Número (frutos·m ⁻²)			Peso (g·fruto ⁻¹)		
		1era	2da	3era	1era	2da	3era
CEZAC	2008 vs 2009	0,008	0,003	0,000	0,422 ns	0,993 ns	0,469 ns
	2008 vs 2010	0,000	0,053 ns	0,513 ns	0,398 ns	0,634 ns	0,000
	2009 vs 2010	0,000	0,000	0,000	0,982 ns	0,563 ns	0,000
	MC vs MR	0,000	0,007	0,000	0,054 ns	0,001	0,000
	MC vs MR en 2008	0,000	0,539 ns	0,013	0,027	0,003	0,001
	MC vs MR en 2009	0,762 ns	0,830 ns	0,013	0,848 ns	0,392 ns	0,000
	MC vs MR en 2010	0,000	0,000	0,000	0,352 ns	0,087 ns	0,147 ns
El Porvenir	MCporv vs MRporv	0,481 ns	0,772 ns	0,004	0,252 ns	0,000	0,456 ns
	Porvenir vs CEZAC	0,001	0,159 ns	0,001	0,000	0,000	0,000
Ambas	MCporv vs MCcezac	0,039	0,138 ns	0,378 ns	0,000	0,000	0,000
	MRporv vs MRcezac	0,009	0,610 ns	0,000	0,000	0,000	0,000

(°)Valor de $P \leq 0,05$ indica que la comparación presenta diferencia significativa según prueba de t; ns: no significativo

CONCLUSIONES

Con relación al crecimiento del cultivo, el tratamiento de manejo reducido favoreció al diámetro del tallo en ambas localidades en uno los tres años del estudio, mientras que la altura de planta mostró una respuesta variable ante los dos sistemas de manejo. En general, los rendimientos de calidad primera, segunda y tercera fueron, respectivamente, de mayor a menor. En el CEZAC los rendimientos de chile, indistintamente de la categoría, siempre fueron diferentes entre años, mientras que los rendimientos de calidad primera fueron mayores con manejo convencional que con manejo reducido en dos de los tres años de estudio. En El Porvenir, el rendimiento total y de calidad primera no fue afectado por cualquiera de los sistemas de manejo en estudio. Al comparar entre localidades, el CEZAC presentó mayor rendimiento total y de calidad primera que El Porvenir. La localidad no tuvo efecto sobre los rendimientos de calidad primera obtenidos con el sistema de manejo reducido. El sistema de manejo convencional utilizado en el CEZAC resultó ser más rendidor en términos de producción de chile de calidad primera que el sistema convencional del productor de la localidad de El Porvenir.

LITERATURA CITADA

1. Baker, J.B., R.J. Southard y J.P. Mitchell. 2005. Agricultural dust production in standard and conservation tillage systems in the San Joaquin Valley. *Journal of Environmental Quality* 34:1260-1269.
2. Cabrera P., S.R. 1996. Evaluación del efecto de diferentes métodos de manejo sobre el suelo y el sistema de producción maíz-frijol. *Bioagro* 8:33-42.
3. Erdem, G., S. Yildirim, M. Dilmac y A. Ece. 2007. The effects of soil tillage on stem development of pepper plant. *Journal of Applied Sciences* 7:342-348.
4. Ewulo, B.S., S.O. Ojeniyi y C.I. Morenikeji. 2011. Tillage and mulch influence on soil physical properties, plant nutrient composition, and performance of pepper (*Capsicum annuum* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 1:485-490.
5. Follet, R.F., G.E. Varvel, J.M. Kimble y K.P. Vogel. 2009. No-till corn after bromegrass: effect on soil carbon and soil aggregates. *Agronomy Journal* 101:261-268.

6. Griffith, D.R., E.J. Klodivko, J.V. Mannering, T.D. West y S.D. Parsons. 1998. Long-term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soils. *Agronomy Journal* 80:599-605.
7. Lal, R. 1991. Tillage and agricultural sustainability. *Soil and Tillage Research* 20:133-146.
8. Land and Water Conservation. 1978. Reduced tillage for soil erosion control. Natural Resources, New South Wales Government. <http://www.naturalresources.nsw.gov.au/care/soil/> (revisión del 01/08/2009).
9. Leiva, F.R., A.D. Bejarano, W. González y L. Guerrero. 2002. Contribución de la labranza de conservación a la producción sostenible del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región central andina. *Agronomía Colombiana* 20: 55-68.
10. Littell, R.C., G.A. Milliken, W.W. Stroup y R.D. Wolfinger. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS Institute. Cary, NC. 633 p.
11. Lyon D.J., W.W. Stroup y R.E. Brown. 1998. Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil and Tillage Research* 49: 19-27.
12. Lyon, D.J., S. Bruce, T. Vyn y G. Peterson. 2004. Achievements and future challenges in conservation tillage. *In: New Directions for a Diverse Planet. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. The Regional Institute. Gosford, Australia. En CDROM.* 19 p.
13. Malagi, M.T. 2010. Effect of spentwash and tillage on growth, yield, and juice quality of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis. University of Agricultural Sciences. Dharwad, India. 115 p.
14. Mitchell, J., L. Jackson y G. Miyao. 2004. Minimum tillage vegetable crop production in California. University of California. ANR Publication 8132. 10 p.
15. Mora G., M., V. Ordaz Ch., J.Z. Castellanos, A. Aguilar S., F. Gavi y V. Volke H. 2001. Sistemas de manejo y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. *Terra Latinoamericana* 19:67-74.
16. Morris, N.L., P.C.H. Miller, J.H. Orson y R.J. Froud-Williams. 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment -A review. *Soil and Tillage Research* 108:1-15.
17. Ofori, C.S. 1993. The challenge of tillage development in African agriculture. *Soil Tillage in Africa: Needs and Challenges.* FAO. Roma. Bulletin No. 69.
18. Ristaino, J.B. 1991. Influence of rainfall, drip irrigation, and inoculum density on the development of *Phytophthora* root rot and crown rot epidemics and yield in bell pepper. *Phytopathology* 81:922-929.
19. Rojas, L.A. 2001. La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. *Agronomía Mesoamericana* 12:209-212.
20. Rojas, L.A., A. Mora y H. Rodríguez. 2002. Efecto de la labranza mínima y la convencional en arroz (*Oryza sativa* L.) en la región Huetar Norte de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 13:111-116.
21. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. Plan Rector del Sistema Producto Chile Seco de Zacatecas. Anuario estadístico de la producción agrícola en México. México, D.F.
22. Samuel, T.M. y E.A. Ajav. 2010. Optimum tillage system for pepper production in an anfiisol of South-western Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* 5:2647-2652.
23. Sidhu, D. y S.W. Duiker. 2006. Soil compaction in conservation tillage: Crop impacts. *Agronomy Journal* 98:1257-1264.
24. Wiatrak, P.J., D.L. Wright y J.J. Marois. 2007. Comparing the growth, weed control, and yields of cotton on two tillage systems in the Southeast. *Crop Management (revista electrónica)* doi:10.1094/CM-2007-0815-01-RS.