

PRODUCCIÓN DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annum L.*) CON DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y RIEGO POR GOTEO – CINTILLA

JALAPEÑO PEPPER (*Capsicum annum L.*) PRODUCTION UNDER DIFFERENT PLASTIC MULCHES AND DRIP IRRIGATION

A. L. Chávez Solís¹, M. A. Inzunza Ibarra², S. F. Mendoza Moreno²,
I. Sánchez Cohen², A. Román López².

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Cd. Juárez. Domicilio Conocido Bermejillo, Durango México C. P. 35230.

² Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. INIFAP. km 6.5 margen derecho del canal Sacramento C. P. 35140. Gómez Palacio Dgo. México.

RESUMEN. La investigación se realizó a cabo en el Campo Experimental del CENID RASPA INIFAP, localizado en Gómez Palacio, Durango, México. Se estudiaron en el 2003, doce tratamientos resultantes de un factorial 6x2 y distribuidos en forma aleatoria en diseño experimental completamente al azar. El primer factor tuvo seis niveles de acolchado plástico (negro, rojo, blanco, azul, verde y sin acolchado), el segundo factor consistió de dos criterios de aplicación del agua con riego por goteo (20-60 y 30-70 % de la evaporación de un tanque estándar tipo A). Los resultados mostraron que los mejores tratamientos para producción y eficiencia de uso del agua fueron los desarrollados bajo acolchado plástico con valores de 48.2 t ha⁻¹ y 6.4 kg m⁻³ respectivamente. El nivel de aplicación de agua 30-70% de evaporación fue significativamente mayor con producción media de 48.8 t ha⁻¹ respecto al otro nivel. El aumento en la temperatura del suelo debido al acolchado plástico, influyó en el incremento del rendimiento, eficiencia productiva del agua y precocidad del cultivo. El incremento en producción de materia seca, área foliar y absorción de nutrientes por la planta coincidió con los altos rendimientos que se obtuvieron en los tratamientos acolchados respecto a los sin acolchar. Los niveles 20-60 y 30-70 % de la evaporación, obtuvieron ahorros de agua de 47.7 y 36.9 % respectivamente, con respecto al sistema de riego tradicional. La producción en representó un incremento superior al 300 % con respecto a la media de la región lagunera cuyo valor es de 15 t ha⁻¹ de chile verde.

PALABRAS CLAVE: Acolchado plástico, eficiencia del agua, *Capsicum Annum*, trasplante.

SUMMARY. Research was carried out at the CENID RASPA INIFAP, Gomez Palacio, Durango, México. Twelve treatments from a factorial 6x2 were studied and distributed at random experimental design. The first factor had six plastic mulches levels (black, red, white, blue, green and control: no mulch) the second factor consisted of two water application levels (20-60 and 30-70 % of evaporation of standard tank type A). The results showed that best treatment for production and productive water efficiency was developed under plastic mulch with 48.2 t ha⁻¹ and 6.4 kg m⁻³ respectively. The water application level 30-70 % of evaporation had significantly higher production de 48.8 t ha⁻¹ than the other level. The soil temperature increments due to plastic mulches, influenced in the yield increment productive water efficiency and precocity of the jalapeno pepper. Dry matter production, foliar area and plant nutriment absorption increments coincided with the high yield shown in mulching treatments vs. the control.

The water levels 20-60 and 30-70 % of evaporation, presented 47.7 and 36.9 % water savings as compared to the traditional irrigation system. The jalapeño production in this study represents a 300 % with respect to the Laguna Region mean of 15 t ha⁻¹.

KEY WORDS: Plastic mulching, water efficiency, *Capsicum annum*, transplant.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más alarmantes de los últimos años que afecta a las zonas de riego del país, principalmente en la zona norte, es la disminución

progresiva del volumen de agua disponible para uso agrícola. Así por ejemplo, en el Distrito de Riego No. 17 de la Comarca Lagunera, el agua extraída del sistema de presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco es para uso agrícola exclusivamente, su volumen varía en cada

ciclo agrícola de acuerdo al almacenamiento de agua en las presas. En años anteriores (1988-1998), un ciclo normal de riego cubría una superficie de 91,577 ha en promedio, con un volumen de agua de 1,337 millones de metros cúbicos (SAGARPA, 2002). En años recientes, los volúmenes de agua captados por el vaso de la presa Lázaro Cárdenas han mostrado importantes reducciones. Por ejemplo, en los últimos cuatro ciclos agrícolas, el volumen extraído y la superficie irrigada se redujeron en 58.8 y 70.9 % en promedio, respectivamente (SAGARPA, 2002).

Además de la baja disponibilidad de agua para uso agrícola, se tiene también el problema del bajo aprovechamiento y la sobreexplotación de este recurso. A nivel nacional, la eficiencia global del riego parcelario es de apenas 45%. Por otra parte, en la Comarca Lagunera, la sobreexplotación del agua subterránea produjo un abatimiento del nivel estático del acuífero subterráneo de 1.5 m por año en promedio durante el período de 1960-1997 (Brouste et al., 1997).

El método de riego por superficie sigue siendo el más utilizado en México ya que se aplica en el 94% del área total irrigada. Debido a esto, y considerando el bajo nivel de eficiencia del riego parcelario en los distritos de riego, existe un amplio potencial para incrementar dicha eficiencia y la productividad del agua mediante el cambio del sistema de riego superficial al sistema de riego presurizado en combinación con otras técnicas como la fertirrigación y el acolchado plástico, especialmente en cultivos de alto valor comercial como son los hortícolas.

En la Región Lagunera (Coahuila y Durango), el anuario estadístico de la producción agropecuaria (SAGARPA, 2002) reporta para el ciclo primavera-verano 2002, una superficie cosechada de chile de 911 ha, una producción media de 15 t ha⁻¹ de chile verde, y un valor de la producción de 28.95 millones de pesos. Esto representa el 1.3% de la superficie total cosechada y el 3.47% del valor de la producción total alcanzada en la Región Lagunera durante dicho ciclo agrícola.

El objetivo de este estudio fue conocer la respuesta del cultivo de chile al uso de distintos tipos de acolchado plástico en combinación con diferentes niveles de aplicación de agua con riego por goteo. Esto con el fin de establecer alternativas de producción que conlleven a una alta eficiencia en el uso y conservación del recurso agua y a un incremento en su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

El trabajo se realizó en el campo experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA INIFAP). Ubicado en el Km. 6.5 sobre el margen derecho de canal Sacramento del Distrito de Riego No. 17 de la Región Lagunera (Coahuila y Durango), perteneciente al municipio Gómez Palacio, Durango, México (Mendoza, 1981).

La comarca Lagunera se encuentra entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud Oeste y entre los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud Norte, la altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 m.

Descripción climática

El clima es de tipo árido caliente desértico, seco, con régimen de lluvia en verano e inviernos fríos. La temperatura media anual observada varía entre los 20.2 y 21.2 °C, la temperatura máxima promedio de los últimos 10 años es de 32.2 °C y la mínima de 6.92 °C. El clima de la región se clasifica como BW(h)hw(e); que corresponde a muy árido, cálido con temperatura media anual de 22 °C y temperatura media del mes más frío de 18 °C; es extremoso con un oscilación anual en las temperaturas medias mensuales de entre 7 y 14 °C. Las lluvias son en verano, con un porcentaje de lluvias invernales que va de 5 a 10.2% (García, 1970). La precipitación es muy escasa en esta región, oscila desde los 200 mm hasta los 250 mm, con un promedio de 201.1 mm anuales mientras que la evaporación anual es del orden de los 2600 mm. La máxima precipitación ocurre entre los meses de agosto y septiembre (Pérez, 2000).

Metodología experimental

El experimento consistió en un factorial 6x2 con seis niveles de acolchado plástico (negro, rojo, blanco, azul, verde y sin acolchado) y dos niveles de aplicación de agua (20-60 y 30-70 % de la evaporación de un tanque estándar tipo A), Los tratamientos de riego se proporcionaron en dos etapas del cultivo: de trasplante a inicio de fructificación y de inicio de fructificación hasta el final del ciclo. El primer tratamiento de riego consistió en aplicar 20 y 60% de la evaporación en cada etapa del cultivo respectivamente, y de manera correspondiente, el segundo tratamiento consistió en aplicar 30 y 70% de la evaporación. Para el riego por goteo se utilizó cintilla con las siguientes características: 15 mil, con espesor de pared de 0.038 mm, que cuenta con las siguientes características de operación un caudal o gasto de 2.55 Lh⁻¹ por metro lineal de cintilla a una presión de operación de 64.7 KPa (0.66 kg cm⁻²).

El cultivo fue establecido en una parcela de 2,500 m² y consistió de un total de 12 tratamientos (Cuadro 1), donde la unidad experimental consistió de tres líneas regantes de 10 m de longitud y 1.5 m de separación. La parcela útil consistió la línea regante central con dos hileras de plantas. Se instaló un almácigo para la producción de plántulas 60 días antes de la fecha del trasplante. La fecha del trasplante fue el 28 de marzo 2003, con una densidad de 40 mil plantas ha⁻¹ de la variedad Mitla.

Como variables respuesta se evaluaron el rendimiento de fruto y la eficiencia de uso del agua. También se midieron como variables auxiliares la producción de

materia seca, el área foliar y la concentración de nutrientes (macro nutrientes) en la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de chile verde

En la Figura 1 se muestra el rendimiento en t ha⁻¹, dónde se observa que el incremento en la lámina de riego trae consigo un aumento en el rendimiento de chile verde. El mayor rendimiento de 56.4 t ha⁻¹ se generó en el tratamiento con acolchado azul y una lámina de riego de 82.8 cm con una diferencia de 51.2 % más de rendimiento que el tratamiento sin acolchado y lámina de riego baja de 68.5 cm con un valor de 28.9 t ha⁻¹.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el campo y su significado.

Tratamiento	Tipo de acolchado	Nivel de aplicación del riego (% EV)	
		Etapa 1	Etapa 2
N 20-60	Plástico negro	20	60
N 30-70	Plástico negro	30	70
R 20-60	Plástico rojo	20	60
R 30-70	Plástico rojo	30	70
B 20-60	Plástico blanco	20	60
B 30-70	Plástico blanco	30	70
A 20-60	Plástico azul	20	60
A 30-70	Plástico azul	30	70
V 20-60	Plástico verde	20	60
V 30-70	Plástico verde	30	70
S 20-60	Sin acolchar	20	60
S 30-70	Sin acolchar	30	70

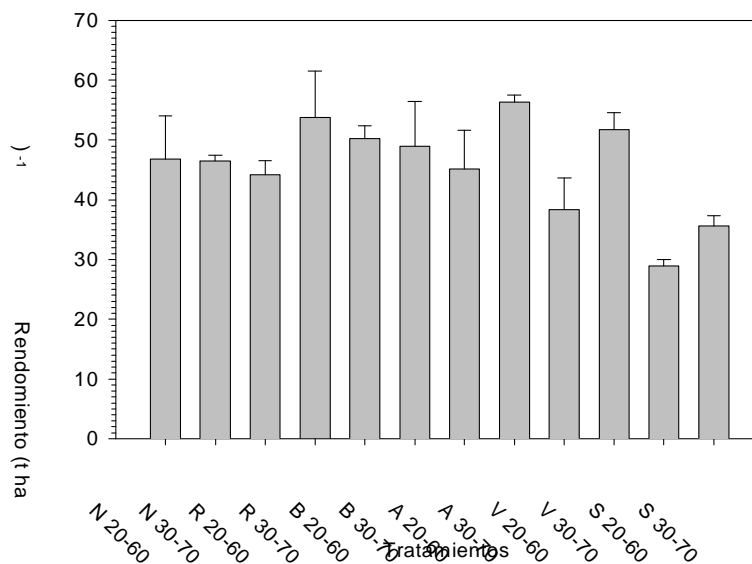


Figura 1. Comportamiento del rendimiento de chile jalapeño con riego por Cintilla y 6 niveles de acolchado

El análisis de varianza para rendimiento de chile jalapeño se muestra en el Cuadro 2. De acuerdo a los resultados de este análisis, se tuvo diferencias altamente significativas para el factor acolchado plástico y el factor niveles de riego con un nivel de significancia de ($\alpha = 0.01$ y $CV = 10.84\%$). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para la interacción de los dos factores bajo estudio.

Los resultados de la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el factor color de acolchado plástico (A), permite concluir que los tratamientos con acolchado

plástico son estadísticamente iguales entre si, sin embargo el tratamiento sin acolchar fue estadísticamente inferior en producción (32.2 t ha^{-1}) que los tratamientos acolchados (Cuadro 3).

El análisis de comparaciones de medias para el factor niveles de riego (NR) de acuerdo con Tukey (Cuadro 4), permite concluir que se obtuvo una producción de chile significativamente más alta con la lámina de riego de 82.8 cm comparado con la menor lámina aplicada de 68.5 cm .

Cuadro 2. Análisis de varianza para producción de chile verde (t ha^{-1})

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
A	5	1391.9169	278.3834	11.44	<0.0001**
NR	1	396.1427	396.1427	16.29	0.0005**
A*NR	5	282.3243	56.4649	2.32	0.0745
Error	24	583.7725	24.3239		
Total	35	2654.1564			

** Altamente Significativo

C. V. = 10.84%

Cuadro 3. Prueba de rango múltiple de Tukey de los colores de acolchado para producción de chile verde jalapeño

Color	Rendimiento (t ha^{-1})	Tukey $\alpha=0.5$
Azul	50.6	a
Blanco	49.6	a
Rojo	49.0	a
Negro	46.7	a
Verde	45.0	A
Sin acolchar	32.2	B

Cuadro 4. Prueba de rango múltiple de Tukey de los niveles de riego para producción de chile verde jalapeño (t ha^{-1})

Nivel de Riego (cm)	Rendimiento (t ha^{-1})	Tukey $\alpha=0.5$
82.8	48.83	a
68.5	42.20	b

Eficiencia de uso del agua

La Figura 2, muestra que la mayor eficiencia productiva del agua en los diferentes tratamientos estudiados se presentó con el acolchado blanco y el nivel bajo de riego (68.5 cm), con un valor medio de 7.3 kg m^{-3} . La menor eficiencia de uso del agua del chile jalapeño fue 4.2 kg m^{-3} en el testigo sin acolchado plástico con la lamina de riego de 68.50 cm.

El análisis de varianza para la eficiencia productiva del agua para el chile jalapeño es mostrada en el Cuadro 5. De acuerdo a los resultados, se tuvieron diferencias altamente significativas para el nivel de acolchado plástico con una significancia de ($\alpha = 0.01$) y CV =

11.02 %. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para el nivel de riego y tampoco para la interacción de los dos factores bajo estudio.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para los niveles del factor colores de acolchado plástico, se muestran en el Cuadro 6. El análisis indica que los tratamientos con acolchado plástico son estadísticamente iguales entre sí, con una eficiencia de uso del agua que fluctúa de 5.9 a 6.7 kg m^{-3} , sin embargo el tratamiento sin acolchado plástico fue estadísticamente inferior en su eficiencia de uso del agua (4.3 kg m^{-3}) comparado con los de acolchado plástico.

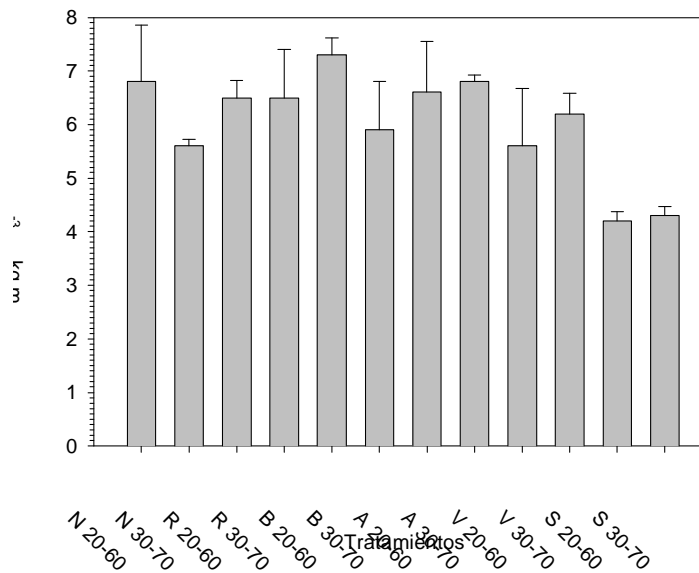


Figura 2. Eficiencia de uso del agua del chile jalapeño bajo acolchado plástico.

Cuadro 5. Análisis de varianza para eficiencia de uso del agua (kg m^{-3})

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
A	5	25.1008	5.0202	11.436	<0.0001**
NR	1	0.6480	0.6480	1.47	0.2378
A*NR	5	5.20443	1.0409	2.35	0.0712
Error	24	10.6082	0.4420		
Total	35	41.5614			

** Altamente Significativo

C. V. = 11.02%

Cuadro 6. Prueba de rango múltiple de Tukey de los colores de acolchado para eficiencia de uso del agua (kg m^{-3})

Color	Rendimiento Promedio (kg m^{-3})	Tukey $\alpha=0.5$
Azul	6.70	a
Blanco	6.62	a
Rojo	6.47	a
Negro	6.22	a
Verde	5.92	a
Sin acolchar	4.26	b

Contenido de N, P, K en planta y fruto

La Figura 3, muestra que los tratamientos con acolchado plástico presentaron tendencia a incrementar el contenido de macronutrientes en g planta^{-1} con respecto a los tratamientos sin acolchar. Para nitrógeno el mayor incremento se tuvo en el tratamiento con plástico negro y lámina de riego de 82.8 cm con un valor de $3.5 \text{ g planta}^{-1}$. Esto se debe a las condiciones favorables que proporciona el acolchado plástico como el aumento de la temperatura entre otros. Esto contrasta con el testigo sin acolchar y lámina de riego baja de 68.5 cm que alcanzó tan solo un valor de $1.44 \text{ g planta}^{-1}$. Para el

contenido de fósforo se observó que el acolchado rojo con lámina de riego alta obtuvo el mejor contenido de este elemento con un valor de $0.54 \text{ g planta}^{-1}$, el menor contenido de fósforo se presentó en el tratamiento sin acolchado y lámina de riego baja con un valor de $0.26 \text{ g planta}^{-1}$. La Figura 3, también muestra como el tratamiento con acolchado rojo y lámina de 82.8 cm fue el que tuvo mayor cantidad de potasio con un valor de $6.04 \text{ g planta}^{-1}$ y al igual que los demás nutrientes el mínimo valor se presentó en el testigo sin acolchado y lámina baja ($2.82 \text{ g planta}^{-1}$).

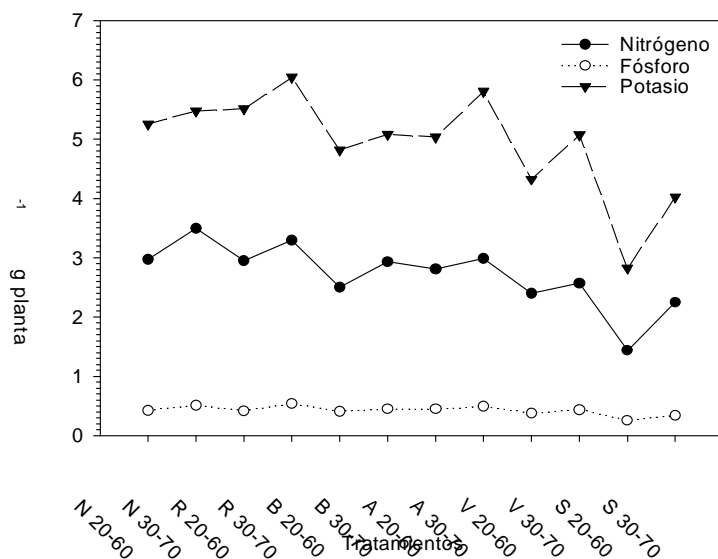


Figura 3 Contenido final de macronutrientes en planta y fruto (g planta^{-1}).

Materia seca

La Figura 4, muestra los resultados de la producción de materia seca en cuatro muestreos en el ciclo vegetativo del chile jalapeño. Con el fin de evaluar el comportamiento de la producción de materia seca, las fechas de los muestreos fueron los días 28, 49, 75 y 152 después del trasplante (ddt) del chile.

Para la fechas 28 ddt, se observó que el mejor tratamiento es con el acolchado azul y lámina de riego de 82.8 cm con valor de 12.6 g planta⁻¹ y un valor mínimo en el testigo sin acolchado plástico de 2.9 g planta⁻¹. Para la fecha 49 ddt se tuvo mayor cantidad de materia seca en el acolchado blanco y lámina de riego de 82.8 cm con un valor de 14.3 g planta⁻¹ con un valor mínimo en el testigo sin acolchado plástico de 7.3 g planta⁻¹. Posteriormente a los 75 ddt se observó un valor de 83.9 g planta⁻¹ en el tratamiento con plástico negro y lámina de riego de 82.8 cm, el valor mínimo fue en el testigo sin acolchado plástico de 20.1 g planta⁻¹. La última fecha a los 152 ddt la mayor acumulación se observó en el plástico rojo con la lámina de riego alta con un valor de 131.4 g planta⁻¹, el valor mínimo de esta fecha fue en el testigo sin acolchado plástico con 51.2 g planta⁻¹. Se observó claramente el efecto del acolchado plástico donde la materia seca se incrementó desde el inicio del ciclo vegetativo a tasas más altas que los tratamientos sin acolchar. La tendencia anterior coincidió con los altos rendimientos de los tratamientos acolchados, esto pudo deberse al incremento de la

temperatura del suelo y al mayor aprovechamiento del agua y nutrientes.

Área foliar

La Figura 5, muestra el efecto del acolchado plástico sobre el área foliar del cultivo del chile jalapeño durante su desarrollo vegetativo. El primer muestreo mostró que el valor más alto del área foliar se registro en el acolchado azul con lámina de riego de 82.8 cm de 138.4 cm² y el mínimo de 40.8 cm² se observó en el testigo con lámina de riego baja 68.5 cm. El segundo muestreo mostró que el mayor valor se observó en el acolchado blanco con lámina de riego alta con y valor de 864.2 cm². el menor valor de 146.8 cm² se registro en el testigo con lámina de riego alta. El tercer muestreo fue a los 75 ddt y mostró un valor máximo de 2900.0 cm² en el plástico negro y lámina de riego alta y el valor mínimo fue de 1011.0 cm² en el testigo, con lámina de riego baja.

El ultimo muestreo del área foliar mostró que el valor mayor de 4408.3 cm² se presentó en el acolchado plástico azul con lámina de riego baja y el valor menor de 1298.3 cm² en el testigo con lámina de riego baja. La mayor producción de materia seca y cobertura foliar, coinciden con los altos rendimientos y uso eficiente del agua que se obtiene con los tratamientos acolchados a diferencia de la menor materia seca obtenida con los tratamientos sin acolchar. Lo cual se debió posiblemente al incremento de las temperaturas del suelo en los tratamientos con cobertura plástica que favoreció al mejor desarrollo del chile jalapeño.

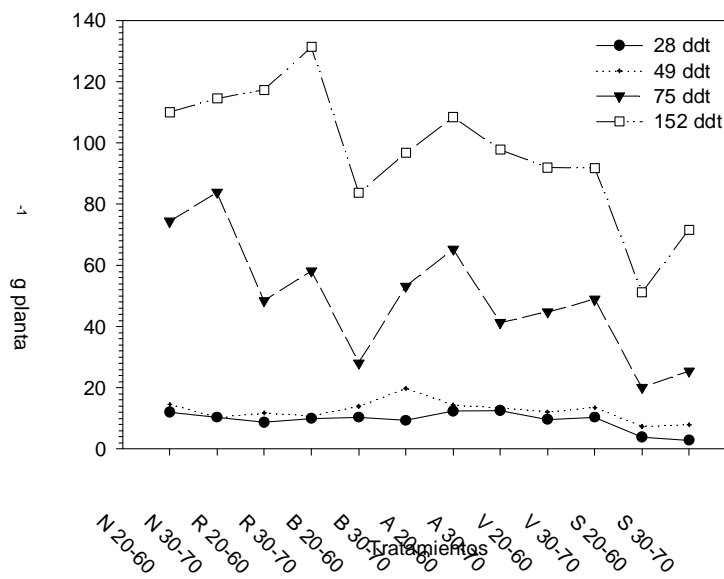


Figura 4 Incremento de la materia seca durante el desarrollo del chile jalapeño.

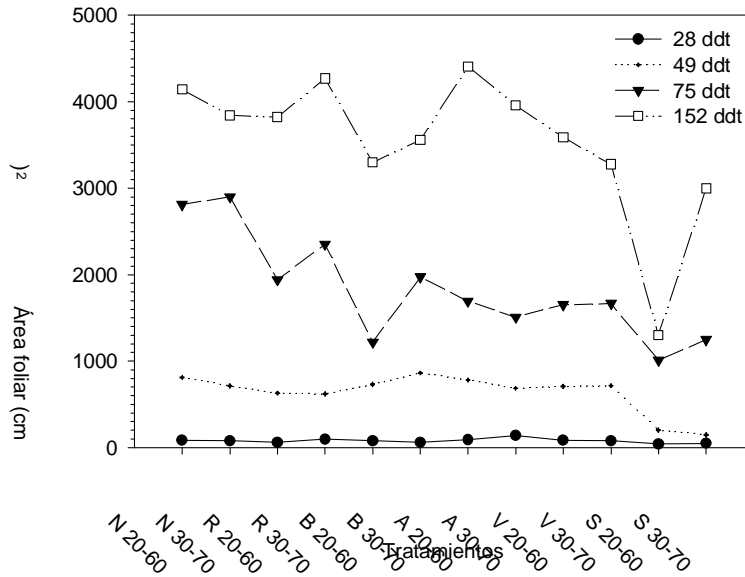


Figura 5. Comportamiento del área foliar durante el desarrollo del chile jalapeño

CONCLUSIONES

Con la utilización de acolchado plástico en los tratamientos, la cosecha de chile presentó precocidad de 10 días con respecto a los sin acolchado plástico. El rendimiento de chile jalapeño se favoreció con el color de acolchado plástico azul y nivel de riego alto (82.8 cm) con una producción de 56.4 t ha⁻¹, sin embargo, no mostraron diferencia significativa con los otros colores de acolchado, que presentan producción media de 47.6 t ha⁻¹. Por lo tanto los colores de acolchado ensayados fueron iguales estadísticamente pero diferentes a la producción media obtenida con los tratamientos sin acolchado plástico que fue de 32.2 t ha⁻¹.

La utilización del acolchado plástico y riego por cintilla incrementó el rendimiento de chile verde en 317% con respecto a la media regional de 15 t ha⁻¹.

La eficiencia del agua es más alto para los tratamientos acolchados con eficiencia productiva promedio de 6.4 kg m⁻³, con respecto a los sin acolchar con valor de 4.3 kg m⁻³.

La tendencia general del incremento en la absorción de nutrientes en los tratamientos acolchados coincide también con los altos rendimientos y eficiencia de uso del agua obtenido en estos tratamientos con respecto a los sin acolchar.

Los tratamientos con acolchado plástico independientemente del color tienden a acumular mayor

cantidad de materia seca que los tratamientos sin acolchar.

La acumulación de área foliar fue mayor en los tratamientos acolchados con respecto a los tratamientos sin acolchar.

El incremento de la temperatura del suelo generada en los tratamientos con acolchado acelera el crecimiento del cultivo y hay mayor disponibilidad de nutrientes, adelanto en inicio de la cosecha, aumenta el rendimiento y eficiencia de uso del agua.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados corresponde al proyecto de investigación No. 20020401002 ". Producción de chile jalapeño con diferentes tipos de acolchado y riego por goteo cintilla"; financiado por el Sistema de Investigación Regional del CONACYT, Francisco Villa (SIVILLA 2002).

LITERATURA CITADA

- Brouste I.; Marlin, C. H.; Dever, L. y González, J. L. 1997. Hidroquímica y geoquímica isotópica del manto freático de la Comarca Laguna (Norte de México). 25 Aniversario del CENID – RASPA INIFAP Gómez Palacio, Durango. México.
- García, E. 1970. Modificaciones del sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. México. 235 p.

- Mendoza M., S. F. 1981. Obtención de la función de producción de repollo (*Brassica oleracea*) en base a densidades de producción y lámina de riego aplicada por goteo. Tesis licenciatura Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México.
- Pérez G., J. L. 2000. Productividad del agua en tres sistemas de producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) con riego por cintilla y acolchado plástico. Tesis licenciatura,. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Torreón, Coah., México
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Delegación de la región lagunera Coahuila y Durango Cd. Lerdo Dgo. México.

