



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Efecto del acolchado plástico y la aplicación de reguladores de crecimiento vegetal en el rendimiento y calidad de fruto de chile habanero

Plastic mulch and plant growth regulator applications effects on yield and quality fruit of habanero chili pepper

Núñez-Ramírez, F.^a, Aldama-León, L.O.^a, Torres-Bojorquez, A.I.^a, Samaniego-Gómez, B.Y.^a, Mendoza-Gómez, A.^b, Suárez-Hernández, A.M.^b, Vázquez-Angulo, J.C.^b

^a Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California (ICA-UABC), Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, 21705, Mexicali, Baja California, México.

^b Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín Campus Ensenada-UABC Carretera Transpeninsular km. 180.2, Ejido Padre Kino San Quintín, Baja California, México.

fidel.nunez@uabc.edu.mx; aldama_3000@hotmail.com; ariana.torres@uabc.edu.mx;
samaniego.blanca@uabc.edu.mx; aurelia.mendoza@uabc.edu.mx; suarez.angel@uabc.edu.mx; jcva@uabc.edu.mx

Innovación tecnológica: Utilización de acolchado plástico y reguladores de crecimiento vegetal en chile habanero.

Área de aplicación industrial: Agricultura protegida, acolchados, reguladores de crecimiento vegetal.

Recibido: 30 junio 2021

Aceptado: 28 sept. 2021

Abstract

A study was conducted to evaluate the effect of application of a plant growth regulator ([PGR] formulation from concentrated extracts of agricultural husks [SELECTO XL]) and the use of plastic mulch on soil (SAP) on production of habanero chili pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). Two factors were evaluated on a randomized complete block design. The main plot (T) was the foliar application of three rates of PGR [(SD), (SD + 2.0 cm³ L⁻¹) and (SD + 4.0 cm³ L⁻¹)] on plant grown under bare soil (SD), and an additional treatment using plastic mulch on soil (SAP) but without PGR application. The sub-plot was two varieties of habanero chili pepper [(V) Magnum y Sun Valley]). There was no significant interaction between two factors and with factor V. Plants cultivated on SAP shown the highest growth. Treatment SAP presented the highest yield followed by treatments with PGR and finally the SD treatment. Fruit size was not affected by treatments evaluated.

Keywords: *Capsicum chinense*, cytokinin, extreme environment, greenhouse, phytohormone, plasticulture.

Resumen

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de la aplicación de regulador de crecimiento vegetal ([RCV] formulación proveniente de extractos concentrados de cascarillas agrícolas [SELECTO XL]) y el uso de acolchado plástico en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Se evaluaron dos factores establecidos en un diseño de parcelas divididas distribuidas en bloques al azar. La parcela principal (T) fue la aplicación foliar de tres dosis de RCV en plantas cultivadas en suelo desnudo [(SD), (SD + 2.0 cm³ L⁻¹) y (SD + 4.0 cm³ L⁻¹)] y además un tratamiento utilizando acolchado plástico en el suelo (SAP) sin aplicar RCV. La sub-parcela fueron dos variedades de chile habanero [(V) Magnum y Sun Valley]. No se observó interacción significativa entre los factores evaluados, ni con el factor V. Las plantas cultivadas en el tratamiento SAP presentaron el mayor crecimiento. El tratamiento SAP presentó el mayor rendimiento seguido por los tratamientos con aplicación RCV y finalmente el tratamiento SD. El tamaño de fruta no resultó afectado por los tratamientos evaluados.

Palabras clave: ambiente extremo, *Capsicum chinense*, citocininas, fitohormonas, invernaderos, plasticultura.

1. Introducción

Las condiciones de altas temperaturas y vientos secos durante el verano en regiones de clima cálido, repercuten en la baja producción de cultivos hortícolas debido al efecto negativo que tienen en el amarre de flores y frutos (Aloni et al., 2001; Camejo et al., 2005). En estas regiones suele ser común producir hortalizas en el invierno utilizando estructuras de protección como los invernaderos. Regularmente los cultivos son trasplantados durante el otoño cuando las temperaturas del interior del invernadero no rebasan los 33 °C. Las plantas son cultivadas durante todo el invierno y parte de la primavera hasta que dentro del invernadero las condiciones de temperatura y humedad relativa lo permiten (Grijalva et al., 2011).

El valle de Mexicali se encuentra situado al noroeste de México y colinda al norte con los Estados Unidos, uno de los mercados de hortalizas de mayor importancia a nivel mundial. Por su ubicación geográfica representa una opción importante para producir varios tipos de chiles, entre ellos el habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) (Torres-Bojórquez et al., 2017a). Este tipo

de chile alcanza atractivos precios de venta durante el año. Sin embargo, cultivarlo durante el verano bajo condiciones de cielo abierto resulta imposible debido a las altas temperaturas que prevalecen en esta región (>33 °C; Ruiz et al., 2006). La alternativa de producción suele ser durante el invierno con la utilización de invernaderos o mallas sombras (Torres-Bojórquez et al., 2017a y 2017b).

Los parámetros de temperatura y humedad relativa dentro de los invernaderos suelen ser modificados durante el invierno a valores en los cuales el cultivo de chile habanero puede crecer y desarrollarse óptimamente. Cuando la temperatura se encuentra alrededor de los 30 °C, este cultivo incrementa la producción de materia seca y el número de flores y frutos (Garruña-Hernández et al., 2014). Temperaturas por encima de los 33 °C afectan negativamente el amarre de la fruta, pero no la velocidad de floración (Erickson and Markhart, 2002). Lo anterior podría ser la consecuencia de alteración hormonal en la planta en respuesta a la alta temperatura y no a un estrés por deshidratación (Erickson y Markhart, 2001).

Los reguladores de crecimiento vegetal (RCV) son compuestos orgánicos entre los que se encuentran las auxinas, citoquininas, el ácido giberélico, entre otros más que modifican los procesos fisiológicos de las plantas. Ellos juegan un papel fundamental en muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de la planta como la elongación del tallo, desarrollo de la flor y amarre de los frutos (Chaudhary et al., 2006; Ouzounidou et al., 2008). Regularmente, los RCV son aplicados a los cultivos a bajas concentraciones con el fin de promover el amarre y desarrollo de los frutos en zonas con clima cálido (Sasaki et al., 2005).

La alteración del ambiente radicular con el uso de acolchado plástico modifica la fisiología e incrementa el crecimiento, la precocidad y el rendimiento en el cultivo de chile (Quezada-Martín et al., 2011). La utilización o combinación de acolchado plástico y la aplicación de RCV podría modificar la producción de chile habanero. El objetivo de la presente investigación fue identificar la respuesta del chile habanero

cultivado en invernadero ante el uso de acolchado plástico y la aplicación de un regulador de crecimiento.

2. Materiales y métodos

2.1 Ubicación del estudio

El experimento se realizó del 21 de marzo al 20 de junio del año 2013 y se estableció en un invernadero de baja tecnología, con cubierta plástica, ventilación pasiva, ubicado en terrenos del Campo Agrícola Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, en el Ejido Nuevo León, Baja California (32° 24' 18.8" N y 114° 11' 51.9" O). En esta región agrícola prevalece un clima desértico cálido, extremoso en demasía y régimen de lluvias en invierno (BW [h'] hs [x'] [e']; con temperaturas de 50 °C durante el verano y en invierno hasta de -7 °C, con una temperatura media anual de 22.3 °C y una precipitación media anual de 58 mm. La altitud varía de -2 hasta los 43 m.s.n.m. con una topografía por lo general plana (Ruiz et al., 2006).

Tabla 1. Composición elemental del regulador de crecimiento vegetal (SELECTO XL[†]) aplicado al cultivo de chile habanero bajo invernadero.

Elemento	Concentración
Citoquininas	2000 mg L ⁻¹
Giberelinas	30 mg L ⁻¹
Auxinas	30 mg L ⁻¹
Carbono orgánico oxidable total	10%
N	0.5%
P ₂ O ₅	1.0%
K ₂ O	3.0%
Fe	0.5%
Zn	1.0%
Mg	0.3%
Mn	0.5%
Ácidos carboxy (5%) expresado como carbono orgánico oxidable	4.5 %

[†]: http://www.tacsa.com.mx/DEAQ/src/productos/1949_28.htm

Fuente: elaboración propia.

2.2 Diseño experimental y tratamientos

Los tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental de parcelas divididas distribuidas completamente al azar y con cuatro repeticiones. La parcela principal consistió en cuatro tratamientos: a) suelo desnudo (SD), b) SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RCV, c) SD + 4.0 cm³ L⁻¹ RCV, y d) chile habanero en suelo cultivado bajo acolchado plástico (SAP). La subparcela consistió en dos variedades de chile habanero: Magnum (Origene Seeds, Gowan, México) y Sun Valley (Sun Valley Seeds, CA. USA).

Los tratamientos SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RCV y SD + 4.0 cm³ L⁻¹ RCV, consistieron en realizar aspersiones del regulador de crecimiento SELECTO XL (Tabla 1) a concentración de 2.0 y 4.0 cm³ L⁻¹, aplicados en forma semanal a partir de los 30 días después del trasplante (ddt) y hasta la cosecha. Por otro lado, el tratamiento SAP consistió cubrir la cama de trasplante con acolchado plástico color blanco.

2.3 Manejo del cultivo

Las plántulas se produjeron en charolas de poliestireno de 288 cavidades. La fecha de siembra fue el 22 de diciembre de 2012. Las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero son presentadas en la Figura 1. El trasplante se realizó el 21 de marzo del 2013 en suelo, sobre camas de siembra acondicionadas con gallinaza y arena (1:50 v/v), separadas a 1.5 m entre hileras y una separación entre plántulas de 0.3 m de distancia, para lograr una densidad de plantación de 3.2 plantas m⁻².

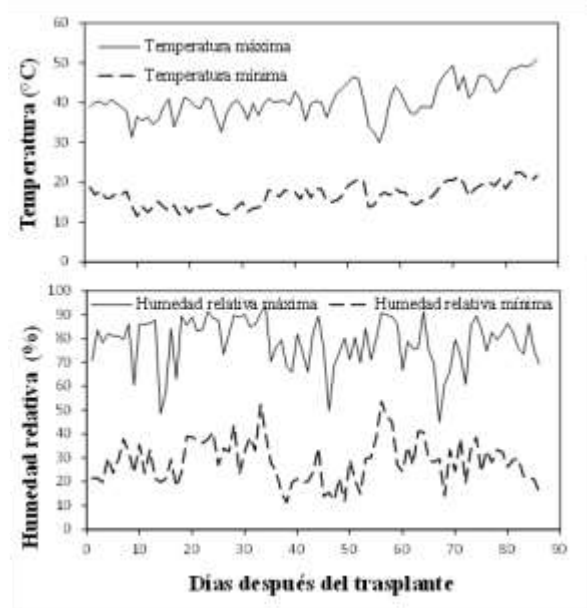


Figura 1. Fluctuación de temperaturas máximas, mínimas y humedad relativa dentro del invernadero. Fuente: elaboración propia.

El cultivo se irrigó a través de sistema de riego por goteo. Se aplicaron riegos tomando como referencia las lecturas de tensiómetros colocados en la línea regante. Los riegos de reposición se efectuaron cada que el tensiómetro mostraba una lectura de 25-30 kPa utilizando una lámina de riego de 6.0 mm. La dosis de fertilización empleada fue de 120-80-135-100-35 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅), potasio (K₂O), calcio (CaO) y magnesio (MgO) respectivamente, y fue aplicada en forma fraccionada considerando lo reportado por Ehalotis et al. (2010).

En los tratamientos SD, SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RCV y SD + 4.0 cm³ L⁻¹ RCV, se controlaron las malezas en forma manual durante los primeros 40 ddt. Durante el desarrollo del experimento, el cultivo estuvo expuesto a mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) y trips de la floración (*Thrips tabaci* Lindeman), los cuales fueron controlados mediante aplicaciones de productos químicos como clorpirifos 0,0-dietil 0-(3,5,6-tricloro-2-piridil

fosforotioato) y metamidofos (O,S-dimetil fosforamidotiodato) a dosis comerciales. Se tomaron medidas de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero con un termohigrómetro CEM DT-172 (Twin Light Instruments, Monterrey, México). El sensor se colocó 20 cm sobre las plantas.

2.4 Variables evaluadas

A los 14, 35 y 49 ddt se realizaron mediciones del crecimiento de la planta utilizando el criterio de Altland et al. (2003), las cuales incluyeron la altura (A), ancho de cobertura foliar (Acf) y un índice de crecimiento formado por las variables anteriores $[(A + Acf + Acf) / 3]$. El ancho de cobertura foliar consistió en medir el ancho de follaje a lo largo de la hilera de plantas. Se registró la temperatura en la superficie del suelo en los tratamientos de plantas cultivadas bajo suelo desnudo y bajo acolchado plástico blanco. Las mediciones de temperatura se realizaron al medio día con un termómetro de luz infrarroja (Telatemp Corp., Fullerton, California) desde los 28 a los 84 ddt considerando cuatro lecturas por parcela experimental. Cuando la fruta alcanzó la madurez fisiológica (verde maduro), se realizaron dos cosechas de fruta (70 y 77 ddt). Se seleccionaron diez frutos por parcela y se midió el peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar promedio por fruto.

2.5 Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico MINITAB 17[®]. Cuando se detectó diferencia entre los tratamientos o interacciones, se realizó prueba de comparación de medias (Tukey, $P < 0.05$). Las lecturas de temperaturas de suelo se graficaron versus tiempo. Se comparó el tratamiento SAP y los tratamientos de suelo desnudo como un solo tratamiento. Para conocer diferencia entre estos tratamientos se les realizó prueba de comparación t Student.

3. Resultados y discusión

3.1 Crecimiento y desarrollo

No se encontró respuesta significativa en altura, ancho foliar ni índice de crecimiento a la interacción entre los factores evaluados ($T \times V$), ni al factor variedades de chile habanero ($P > 0.05$) (Tabla 2). Durante los primeros 14 ddt, el SAP no modificó el crecimiento de las plantas ($P > 0.05$). Fue hasta los 35 ddt que las plantas con SAP comenzaron a mostrar diferencias en crecimiento con el resto de los tratamientos ($P < 0.05$). Dos semanas después (49 ddt), el tratamiento SAP continuó promoviendo un mayor crecimiento en las plantas, mientras que el tratamiento SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RC mostró una menor altura, ancho foliar e índice de crecimiento que el resto de los tratamientos ($P < 0.05$).

Tabla 2. Crecimiento en dos variedades de chile habanero por efecto de la aplicación de un regulador de crecimiento vegetal (SELECTO XL) y acolchado plástico.

Factor Tratamiento (T)	Altura (cm)			Ancho foliar (cm)			Índice de crecimiento		
	14 ddt [‡]	35 ddt	49 ddt	14 ddt	35 ddt	49 ddt	14 ddt	35 ddt	49 ddt
SD	8.6	32.8 a [†]	45.6 b	8.2	37.4 a	51.6 b	8.0	36.0 a	48.9 b
SD + 2.0 cm ³ L ⁻¹ RCV	5.6	27.2 a	34.5 a	6.8	32.4 a	42.5 a	6.0	31.0 a	39.8 a
SD + 4.0 cm ³ L ⁻¹ RCV	9.1	32.6 a	43.4 b	7.6	35.2 a	52.0 b	8.0	34.0 a	49.9 b
SAP	9.6	41.0 b	55.8 c	8.4	57.6	60.8 c	9.0	45.0 b	59.1 c

	b								
Probabilidad Variedad (V)	0.472	0.033	0.041	0.230	0.021	0.037	0.481	0.001	0.001
Magnum	7.8	35.4	35.4	7.9	40.8	40.8	7.5	41.2	41.2
Sun Valley	8.6	38.6	38.6	8.1	42.1	42.1	8.3	39.4	39.4
Probabilidad Interacción T × V	0.791	0.740	0.590	0.867	0.655	0.342	0.603	0.171	0.489
Probabilidad	0.485	0.247	0.851	0.159	0.439	0.945	0.751	0.972	0.372

[‡]Días después del trasplante. [†]Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Fuente: elaboración propia.

La importancia de promover el crecimiento temprano de plantas de chile habanero bajo estas condiciones radica en que existe una relación positiva entre el mismo y el rendimiento final del cultivo (Torres-Bojórquez et al., 2017a). Lo anterior significaría que un incremento en los parámetros evaluados (altura, ancho foliar e índice de crecimiento) indica un mayor desarrollo de área foliar y por lo tanto un mayor suministro de fotosintatos necesarios para promover el rendimiento. Datos similares han sido reportados por Canul-Tun et al. (2017) al evaluar el crecimiento de chile pimienta con diferentes colores de acolchado plástico *versus* suelo desnudo.

3.2 Temperatura del suelo

La Figura 2 muestra la temperatura promedio de la superficie del suelo en los tratamientos de suelo desnudo (SD, SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RCV y SD + 4.0 cm³ L⁻¹ RCV) versus tratamiento SAP. En ella se aprecia que hasta los 35 ddt la temperatura de la superficie del suelo resultó igual. Sin embargo, de ahí en adelante, el suelo desnudo incrementó su temperatura en alrededor de 5.0 °C más que en el

tratamiento SAP. Posteriormente se igualaron a los 56 y 63 ddt. Después de los 63 ddt y hasta el final del estudio, el suelo del tratamiento SAP resultó con una temperatura mayor (≈ 5.0 °C).

Conocer los procesos que ocurren en suelos cubiertos con acolchado plástico durante el desarrollo de los cultivos, permite explicar la respuesta de este al crecimiento y al rendimiento. Suelos acolchados con plástico modifican el balance de energía calórica y la cantidad de agua almacenada creando condiciones favorables para el crecimiento de las plantas (Pramanik et al., 2015). Ibarra-Jiménez et al. (2008) y Canul-Tun et al. (2017) indican que, en suelos acolchados con plástico, el incremento en temperatura a una profundidad de 0.10 m puede llegar a ≈ 5.0 °C. En el presente estudio los valores de temperatura sobre la superficie del suelo se mantuvieron iguales durante los primeros 34 ddt. Y aunque a los 48 ddt el suelo desnudo presentó un aumento de temperatura con respecto al SAP, después de los 69 ddt, el efecto se invirtió favoreciendo al SAP.

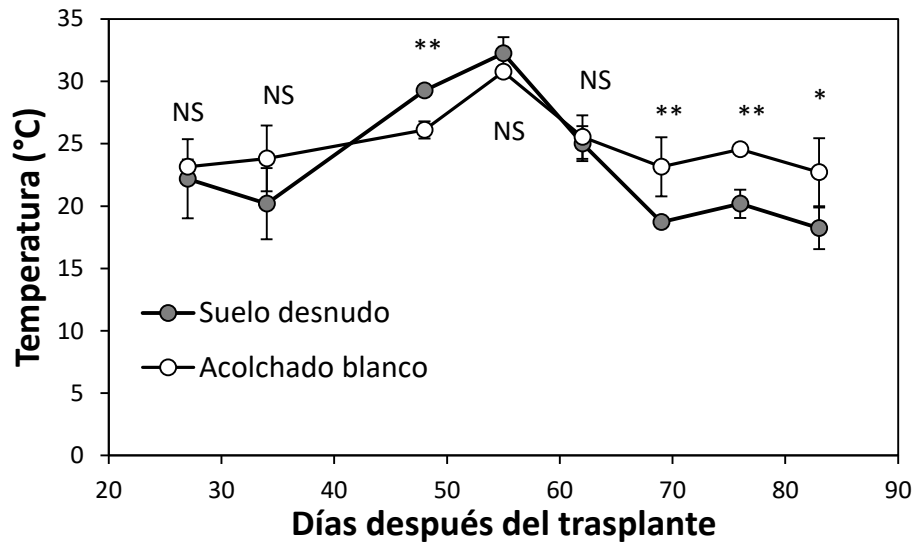


Figura 2. Temperatura de la superficie del suelo por efecto del acolchado plástico en el cultivo de chile habanero. Fuente: elaboración propia.

Al respecto, el comportamiento de la temperatura del suelo en este experimento, resultó similar a la obtenida en ensayos realizados con chile pimiento durante la primavera por Díaz-Pérez y Dean (2002). Al inicio del cultivo, estos investigadores identificaron valores altos de temperatura en el suelo al desnudo en relación con el SAP. Posteriormente, el efecto se invirtió con valores altos en el tratamiento con SAP y valores bajos en el suelo desnudo. En cultivos con acolchado plástico, la temperatura del suelo suele ser afectada por la sombra (Aguiar et al., 2019), la altura, la cobertura foliar del mismo cultivo o incluso la densidad de población de las plantas (Snider et al., 2015; Song et al., 2013).

Torres-Bojórquez et al. (2017a) realizaron un experimento en chile habanero cultivado con diferentes colores de acolchado plástico. Ellos identificaron que el crecimiento de las plantas se mantuvo estable durante los primeros 21 ddt, y enseguida, se incrementó drásticamente resultando fuertemente favorecido por el tratamiento de SAP con relación al tratamiento de suelo desnudo.

3.3 Rendimiento

La Tabla 3 presenta el rendimiento de dos cosechas en chile habanero por efecto de los tratamientos suelo desnudo, reguladores de crecimiento y acolchado plástico. No se identificó efecto de la interacción $T \times V$ ($P > 0.964$). En el factor variedad, Magnum mostró tendencia a incrementar el rendimiento total ($P > 0.055$). En la primera cosecha, el mayor rendimiento fue obtenido por el tratamiento SAP, mientras que el menor fue para el tratamiento SD ($P < 0.008$). En la segunda cosecha las plantas que tuvieron SAP, superaron en rendimiento a el resto de los tratamientos con casi el doble de rendimiento ($P < 0.032$). Al sumar los valores de las dos cosechas, el tratamiento SD resultó con igual rendimiento que SD + 2.0 cm³ L⁻¹ RCV, pero diferente a SD + 4.0 cm³ L⁻¹ RCV y SAP.

El efecto acumulativo en el rendimiento en el cultivo de chile habanero por la aplicación de RCV ya ha sido documentado por Tapia-Vargas et al. (2016). Estos investigadores encontraron que utilizando RCV a base de citocininas se incrementó el rendimiento, el peso del fruto y el vigor del cultivo. Van-

Pelt y Popham (2002), encontraron que la aplicación de RCV a base de citocininas, ácido indolbutírico y giberelinas (54:27:18), en chiles que se utilizaron en forma

deshidratada, se incrementó el rendimiento por efecto de un aumento del número de frutos con relación al testigo sin RCV.

Tabla 3. Rendimiento (g m^2) en dos variedades de chile habanero por efecto de la aplicación de regulador de crecimiento vegetal (SELECTO XL) y acolchado plástico.

Factor	1ª cosecha	2ª cosecha	Cosecha total
Tratamiento (T)			
SD	274.24 a†	117.36 a	391.60 a
SD + 2 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ RCV	453.86 ab	108.24 a	562.10 ab
SD + 4 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ RCV	501.84 ab	90.72 a	592.56 b
SAP	567.55 b	235.68 b	803.23 b
Probabilidad	0.008	0.032	0.004
Variedad (V)			
Magnum	468.93	199.68	668.61
Sun Valley	420.21	184.56	604.77
Probabilidad	0.525	0.084	0.055
Interacción T × V			
Probabilidad	0.940	0.964	0.927

†: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, Locher et al. (2005) indican que utilizando acolchados plásticos se incrementa la temperatura del suelo lo que permite una modificación biológica y química del suelo al mismo tiempo que aumenta el desarrollo completo de las plantas, promoviendo un mayor rendimiento y tamaño de frutos cosechados. Considerando lo anterior es posible encontrar una mayor acumulación de nutrientes en las hojas lo que mejora el estado nutricional del cultivo haciéndolo más productivo (Canul-Tun et al., 2017). Con lo mencionado sobre el uso de acolchados plásticos se impacta directamente el rendimiento de los cultivos (Kirnak y Demirtas, 2006) (Torres-Olivar et al., 2017).

Es interesante hacer indicar que, aunque las plantas cultivadas en SD + 2.0 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ RCV superaron con poco al tratamiento SD, no lograron que la diferencia en la cosecha total fuera significativa ($P < 0.05$). Se requirió

duplicar la dosis a 4.0 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ RCV, para alcanzar a hacer la diferencia significativa. Al respecto, Makgose y Du (2015) indican que es conveniente realizar estudios en los cuales se identifiquen concentraciones y épocas de aplicación con el objetivo de afectar el rendimiento y tamaño de la fruta y no solo el crecimiento y desarrollo de la planta.

3.4 Calidad

El peso, diámetro polar y ecuatorial de la fruta de chile habanero, no resultó afectada por la interacción de T × V ($P > 0.214$) ni por cada uno de los factores en forma separada [T ($P > 0.251$) y V ($P > 0.143$)] en ninguna de las cosechas evaluadas. El peso estuvo en el orden de ≈ 9.14 g, el diámetro polar ≈ 52.88 mm y finalmente el diámetro ecuatorial ≈ 30.05 mm. Los valores de tamaño encontrados en este estudio están de acuerdo con los presentados por Ramírez et al. (2018) y por los encontrados por Torres-Bojórquez et al. (2017a y b).

Tabla 4. Peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial de la fruta en chile habanero por efecto de la aplicación de regulador de crecimiento vegetal (SELECTO XL) y acolchado plástico.

Factor	Peso de fruto (g)		Diámetro polar (mm)		Diámetro ecuatorial (mm)	
	1a cosecha	2a cosecha	1a cosecha	2a cosecha	1a cosecha	2a cosecha
Tratamiento (T)						
SD	8.80	9.71	61.21	53.72	27.02	30.64
SD + 2 cm³ L⁻¹ RCV	8.75	10.51	53.25	47.25	25.81	29.59
SD + 4 cm³ L⁻¹ RCV	8.78	8.75	56.31	53.72	30.04	30.29
SAP	9.20	8.68	41.74	55.85	33.15	33.87
Probabilidad	0.427	0.341	0.541	0.745	0.359	0.143
Variedad (V)						
Magnum	8.91	9.11	48.97	45.36	33.89	31.91
Sun Valley	8.71	8.79	48.28	48.64	31.32	30.04
Probabilidad	0.758	0.512	0.246	0.251	0.431	0.146
Interacción T × V						
Probabilidad	0.485	0.214	0.419	0.274	0.359	0.572

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El uso del acolchado plástico, promovió un mayor crecimiento de la planta de chile habanero que la aplicación de un biorregulador para el amarre y llenado de frutos. El uso del acolchado plástico incrementó la temperatura de la superficie del suelo hasta después de los 63 ddt, con respecto al suelo desnudo. El acolchado plástico incrementó rendimiento de la primera cosecha con relación al suelo desnudo y sin la aplicación de reguladores de crecimiento, y durante la segunda cosecha este tratamiento superó claramente al resto de los tratamientos. Finalmente, para incrementar el rendimiento total, se requiere del uso de acolchado plástico y definir la mayor dosis de reguladores de crecimiento vegetal. El tamaño del fruto no se modificó por efecto de ninguno de los tratamientos evaluados.

5. Referencias

Aguiar, A. C., Robinson, S. A., French, K. 2019. Friends with benefits: The effects of vegetative shading on plant survival in a green roof environment. PLoS ONE 14 (11), e0225078.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225078>.

- Aloni, B., Peet, M., Pharr, M., Karni, L. 2001. The effect of high temperature and high atmospheric CO₂ on carbohydrate changes in bell pepper (*Capsicum annuum*) pollen in relation to its germination. *Physiologia Plantarum* 112: 505-512.
- Altland, J. E., Gilliam, C. H., Keever, G. J., Edwards, J. H., Sibley, J. L., Fare, D. C. 2003. Rapid determination of nitrogen status in pansy. *Hortscience* 38 (4): 537-541.
- Camejo, D., Rodríguez, P., Morales, M. A., Dell'Amico, J. M., Torrecillas, A., Alarcón, J. J. 2005. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. *Journal of Plant Physiology* 162: 281-289.
- Canul-Tun, C. E., Ibarra-Jimenez, L., Valdéz-Aguilar, L. A., Lozano del Rio, A. J., Cárdenas-Flores, A., Zermeño-González, A., Lozano-Cavazos, C. J., Valenzuela-Soto, J.H., Torres-Oliver, V. 2017. Influence of colored plastic mulch on soil temperature, growth, nutrimental status, and yield of bell pepper under

- shade house conditions. *Journal of Plant Nutrition* 40(8): 1083-1090. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1263331>
- Chaudhary, B. R., Sharma, M. D., Shakya, S. M., Gautam, D. M. 2006. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of chili (*Capsicum annuum* L.) at Rampur, Chitwan. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 27: 65-68.
- Díaz-Pérez, J. C., Dean, B. K. 2002. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127(1): 127-136.
- Ehaliotis, C., Massas, I., Pavlou, G. 2010. Efficient urea-N and KNO₃-N uptake by vegetable plants using fertigation. *Agron. Sustain. Dev.* 30: 763-768. <https://doi.org/10.1051/agro/2010016>
- Erickson, A. N., Markhart, A. H. 2001. Flower production, fruit set, and physiology of bell pepper during elevated temperature and vapor pressure deficit. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 126(6): 697-702. <https://doi.org/10.21273/JASHS.126.6.697>
- Erickson, A. N., Markhart, A. H. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell & Environment* 25: 123-130. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00807.x>
- Garruña-Hernández, R., Orellana, R., Larque-Saavedra, A., Canto, A. 2014. Understanding the physiological responses of a tropical crop (*Capsicum chinense* Jacq.) at high temperature. *PLoS ONE* 9(11): e111402. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111402>
- Grijalva, C. R. L., Macías-Duarte, R., Robles-Contreras, F. 2011. Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del noroeste de Sonora. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 675-682
- Ibarra-Jiménez, L., Zermeño-González, A., Munguía-López, J., Quezada-Martín, M. A., de la Rosa-Ibarra, M. 2008. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 58(4): 372-378
- Kirnak, H., Dermitas, M. N. 2006. Effects of different irrigation regimes and mulches on yield and macronutrition levels of drip-irrigated cucumber under open field conditions. *Journal of Plant Nutrition* 29(9): 1675-1690. <https://doi.org/10.1080/01904160600851619>
- Locher, J., Ombódi, A., Kassai, T., Dimény, J. 2005. Influence of colored mulched on soil temperature and yield of sweet pepper. *Europ. J. Hort. Sci.* 70(3): 135-141.
- Makgose, M. M., Du, C. P. P. 2015. Effect of plant growth regulators on growth, yield, and quality of bell pepper plants grown hydroponically. *Hortscience* 50(3): 383-386.
- Ouzounidou, G., Papadopoulou, P., Giannakoula, A., Ilias, I. 2008. Plant growth regulators treatments modulate growth, physiology and quality characteristics of *Cucumis melo* L. plants. *Pakistan Journal of Botany* 40: 1185-1193.
- Pramanik, P., Bandopadhyay, K. K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., Aggawal, P. 2015. Effect of mulch on soil thermal regimes - a review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 8(3): 645-658.

- Quezada-Martín, M. R., Munguía-López, J., Ibarra-Jiménez, L., Arellano, G. M. A., Valdez-Aguilar, L. A., Cedeño-Ruvalcaba, B. 2011. Fisiología y producción de pimiento morrón cultivado con diferentes colores de acolchado. *Terra Latinoamericana* 29 (4): 421-430.
- Ramírez, M. M., Arcos, C. G., Méndez, A. R. 2018. Jaguar: cultivar de chile habanero para México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(2): 487-492.
- Ruiz, C. J. A., Díaz, P. G., Guzmán, R. S. D., Medina, G. G., Silva, S. M. M. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California (período 1961-2003). Libro técnico Núm. 1. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SAGARPA. 167 p. <http://www.simarbc.gob.mx/descargas/estadclimatologica-inifap.pdf> (consultado en marzo del 2017).
- Sasaki, H., Yano, T., Yamasaki, A. 2005. Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators. *Japan Agricultural Research Quarterly* 39(2): 135-138.
- Snider, K., Grant, A., Murray, C., Wolff, B. 2015. The effects of plastic mulch systems on soil temperature and moisture in central Ontario. *Horttechnology* 25(2): 162-170.
- Song, Y., Zhou, D., Zhang, H., Li, G., Jin, Y., Li, Q. 2013. Effects of vegetation height and density on soil temperature variations. *Chin. Sci. Bull.* 58: 907-912. <https://doi.org/10.1007/s11434-012-5596-y>
- Tapia-Vargas, M., Larios-Guzmán, A.; Díaz-Sánchez, D. D.; Ramírez-Ojeda, G., Hernández-Pérez, A., Vidales-Fernández, I., Guillen-Andrade, H. 2016. Producción hidropónica de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Rev. Fitotec. Mex.* 39(3): 241-245.
- Torres-Bojórquez, A. I., Morales-Maza, A., Grijalva-Contreras, R.L., Cervantes-Díaz, L., Núñez-Ramírez, F. 2017a. Hierro foliar y acolchado plástico en *Capsicum chinense* Jacq. infectado con tospovirus. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(2): 369-380.
- Torres-Bojórquez, A.I., Morales-Maza, A., Núñez-Ramírez, F., Cervantes-Díaz, L. 2017b. Utilización de acolchado plástico y aplicación de hierro foliar en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en malla sombra infectado con virus. *Acta Universitaria* 27(5): 3-12. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1333>
- Torres-Olivar, V., Ibarra-Jiménez, L., Cárdenas-Flores, A., Lira-Saldívar, R. H., Valenzuela-Soto, J. H., Castillo-Campohermoso, M. A. 2017. Changes induced by plastic film mulches on soil temperature and their relevance in growth and fruit of pickling cucumber. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 68(2): 97-103. <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1367836>
- Van-Pelt, R. S., Popham, T. W. 2002. Effects of three commercially available plant growth regulators and one plant growth enhancer on pepper (*Capsicum annuum* L.) yield and pigment content. *Journal of Vegetable Crop Production* 8(1): 53-61. <https://doi.org/10.1300/j068v08n0107>