

EL SISTEMA DE TUTORADO Y PODA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO EN AMBIENTE PROTEGIDO

Víctor Manuel Olalde Gutiérrez, Ángel Agustín Mastache Lagunas, Evaristo Carreño Román, José Martínez Serna y Margarito Ramírez López

RESUMEN

Se estableció un experimento bajo una estructura con malla sombra del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, México, en el Valle de Cocula (clima Awo) durante enero-abril 2012, a fin de evaluar el rendimiento del pepino *Alanis F1* en respuesta al sistema de tutorado (piso, malla y rafia) y poda de tallos secundarios (con y sin poda); los tratamientos (bifactorial 3×2) se distribuyeron en un diseño de bloques incompletos al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. La siembra fue en el suelo y se aplicó una solución nutritiva a través del riego por goteo cada tercer día, además de suministrar al follaje micronutrientes cada ocho días; para el control de plagas y enfermedades se asperjaron semanalmente mezclas alternadas de pesticidas; la maleza se eliminó manualmente. Se

realizaron nueve cortes por calidad de frutos durante 47 días y los datos se sometieron al análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% de probabilidad y se elaboraron curvas de producción. De los resultados se concluye que con el tutorado con malla y rafia se obtuvieron los mayores rendimientos de calidad uniforme (67,91 y 60,03t·ha⁻¹), comerciales (88,92 y 80,89t·ha⁻¹) y total (94,76 y 88,61t·ha⁻¹); mientras que en piso la calidad disminuyó al aumentar el rendimiento de frutos decolorados (3,63t·ha⁻¹). Con el tutorado bajo malla sombra en clima cálido subhúmedo se producen las condiciones para lograr mayores rendimientos de frutos de calidad. La poda de tallos secundarios incrementó solamente el rendimiento de frutos de segunda calidad, tanto uniformes como decolorados.

Introducción

Las hortalizas tienen particular importancia para la economía agrícola de México, por su contribución en la generación de divisas y empleo

en el campo. El tomate, melón, sandía y pepino son las más importantes (SIAP, 2012). La FAO (2008) reporta que entre los países exportadores de pepino se encuentra México (669000t), con un

ingreso mayor a los 400×10⁶ MXN, siendo los principales estados productores Sinaloa y Sonora, con superficies sembradas de 1185,5; 633,5 y 244,8; 124,5ha en invernadero y malla sombra, con

rendimientos de 103,6; 80,6 y 194,5; 124,9t·ha⁻¹, respectivamente (SIAP, 2012).

El pepino en ambiente protegido con espaldera, o tutorado, es el más recomendado. Su uso se traduce en una

PALABRAS CLAVE / Calidad del Rendimiento / Crecimiento / Pepino Partenocárpico / Poda / Tutorado /

Recibido: 07/07/2014. Modificado: 20/08/2014. Aceptado: 04/09/2014.

Víctor Manuel Olalde Gutiérrez. Doctor en Botánica (Ecofisiología de Cultivos), Colegio de Postgraduados (COLPOS), México. Profesor-Investigador, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO-SAGARPA), México. e-mail: volaldegutierrez@yahoo.com.mx

Ángel Agustín Mastache Lagunas. Doctor en Estadística Experimental, COLPOS, México. Profesor-Investigador, CSAEGRO-SAGARPA, México. e-mail: gama32@star-media.com

Evaristo Carreño Román. Ingeniero Agrónomo. Profesor-Investigador del Colegio

Superior Agropecuario del Estado de Guerrero-SAGARPA, México. e-mail: csaegro@prodigy.net.gob.mx.

José Martínez Serna. Ingeniero Agrónomo, CSAEGRO, México. Profesor-Investigador, CSAEGRO-SAGARPA, México. e-mail: josemserna@hotmail.com.mx

Margarito Ramírez López. Ingeniero Agrónomo, CSAEGRO, México. Profesor-Investigador, CSAEGRO-SAGARPA, México. e-mail: mago1958@gmail.com

TUTORING SYSTEM AND PRUNING ON THE YIELD OF CUCUMBER IN A CONTROLLED ENVIRONMENT

Víctor Manuel Olalde Gutiérrez, Ángel Agustín Mastache Lagunas, Evaristo Carreño Román, José Martínez Serna and Margarito Ramírez López

SUMMARY

An experiment was established under a shade net structure at the Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Mexico, in the Cocula Valley (Awo climate) during January-April 2012 in order to assess the yield of Alanis F1 cucumber in response to a tutoring system (floor, cucumber mesh trellis and raffia) and pruning of secondary stems (with and without pruning). The treatments (bifactorial 3×2) were distributed randomly in a pattern of incomplete blocks arranged in divided plots and four replications. Cultivation was carried out on the ground and a nutrient solution was applied by drip irrigation every third day, in addition to providing the foliage micronutrients every week. For pests and diseases control, alternating mixtures of pesticides

were sprayed weekly and weeds were removed manually. Nine cuts by quality of fruits were conducted for 47 days and the data were subjected to variance analysis and Tukey test at 5% probability, and growth curves drawn. From the results it is concluded that with mesh trellis support and raffia tutoring, higher yields of uniform quality (67.91 and 60.03t·ha⁻¹), commercial (88.92 and 80.89t·ha⁻¹) and total (94.76 and 88.61t·ha⁻¹) were obtained; while on ground, quality decreased with increasing weight of discolored fruit (3.63t·ha⁻¹). With the tutoring conditions higher yields of quality fruits are achieved under mesh shade in hot humid climate. Pruning secondary stems only increased fruit yield of second-quality, both uniform and discolored.

O SISTEMA DE TUTORADO E PODA SOBRE O RENDIMENTO DE PEPINO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Víctor Manuel Olalde Gutiérrez, Ángel Agustín Mastache Lagunas, Evaristo Carreño Román, José Martínez Serna e Margarito Ramírez López

RESUMO

Estabeleceu-se um experimento sob uma estrutura com malha sombra do Colégio Superior Agropecuário do Estado de Guerrero, México, no Valle de Cocula (clima Awo) durante janeiro-abril 2012, com a finalidade de avaliar o rendimento do pepino Alanis F1 em resposta ao sistema de tutorado (piso, malha e ráfia) e poda de caules secundários (com e sem poda); os tratamentos (bifatorial 3×2) se distribuíram em um desenho aleatório de blocos incompletos com arranjo em lotes divididos e quatro repetições. A plantação foi no solo e se aplicou uma solução nutritiva a través da irrigação por gotejamento a cada três dias, além de subministrar micronutrientes à folhagem a cada oito dias; para o controle de pragas e enfermidades foi borrifado semanalmente misturas alternadas de pesticidas; foi eliminada

manualmente a erva daninha. Realizaram-se nove cortes por qualidade de frutos durante 47 dias e os dados foram submetidos a análise de variação, teste de Tukey a 5% de probabilidade e se elaboraram curvas de produção. Dos resultados se conclui que com o tutorado com malha e ráfia foram obtidos os maiores rendimentos de qualidade uniforme (67,91 e 60,03t·ha⁻¹), comercial (88,92 e 80,89t·ha⁻¹) e total (94,76 e 88,61t·ha⁻¹); enquanto que no piso a qualidade diminuiu ao aumentar o rendimento de frutos descoloridos (3.63t·ha⁻¹). Com o tutorado sob malha sombra em clima quente subúmido se produzem as condições para conseguir maiores rendimentos de frutos de qualidade. A poda de caules secundários incrementou somente o rendimento de frutos de segunda qualidade, tanto uniformes como descoloridos.

mejor disposición de las hojas para aprovechar la energía lumínica y una mayor ventilación (lo cual promueve una menor incidencia de plagas y enfermedades), se facilita la cosecha y permite el uso de mayores densidades de población para obtener altos rendimientos de frutos de mayor calidad (Casilimas *et al.*, 2012). Aunque diferentes tipos de espalderas han sido utilizadas en este cultivo (Casaca, 2005), en ambiente protegido la sujeción suele realizarse con hilo polipropileno (raffia) fijado de un extremo de la zona basal de la planta (liado, anudado o con anillos) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima del dosel vegetal (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997; FAO,

2002; Grijalva *et al.*, 2011). La malla plástica se puede utilizar para facilitar el tutorado vertical en jitomate, pepino, pimiento, melón, sandía y calabaza; con las ventajas de su fácil y rápida instalación; además de ser reutilizable. Cuando se tutora en mallas, éstas se colocan verticalmente junto a las hileras de plantas, sujetas en la parte superior a los alambres del entramado, y por la parte inferior se coloca otra hilera de alambre o raffia donde se ata la malla (Gómez-Guillamón *et al.*, 1997; FAO, 2002; Aguado *et al.*, 2008).

En la actualidad también se está utilizando con mayor frecuencia la práctica de la poda en cultivos hortícolas intensivos para encausar el

crecimiento y desarrollo de la planta a formas más productivas. En invernadero la poda se dirige a dejar uno o varios tallos, eliminando determinados brotes, hojas y chupones que por su excesivo desarrollo apenas fructifican, produciendo frutos de menor calidad (Reche, 1995). Una poda racional y equilibrada interviene en obtener frutos de mayor calidad y sanos, mejora la ventilación y luminosidad, precocidad o retraso en la recolección, y facilita los tratamientos y otras prácticas culturales (Reche, 1995). En sistemas de producción de pepino partenocárpico es común la conducción del pepino a un tallo (Luján *et al.*, 2004) dejando todos los frutos (Reche, 1995); al realizar esta práctica

y aumentar la densidad de población se obtienen frutos de mayor valor comercial (Bravo *et al.*, 2011), tal como lo reportan López *et al.* (2011), quienes obtuvieron el mayor número de frutos/ha con el genotipo 'Esperón' conducido a un tallo (17,7 frutos/planta).

Los rendimientos en ambiente protegido comparado con los encontrados a la intemperie son significativamente diferentes. Higón (2002) reporta que el pepino suele alcanzar rendimientos de 20 a 30t·ha⁻¹ al aire libre; mientras que en invernadero alcanza 150 a 300t·ha⁻¹. En México, según reportes del SIAP (2013), el rendimiento promedio de pepino al aire libre es de 30,5t·ha⁻¹ y en

condiciones protegidas es de 98,0t·ha⁻¹, con incrementos del 221%. En suelos pedregosos de la península de Yucatán y a la intemperie, la producción tecnificada de pepino con malla como espaldera y fertirriego con goteo, los rendimientos fluctúan entre 90 y 130t·ha⁻¹ (SAGARPA, 2009).

En el estado de Guerrero no se tienen datos registrados sobre el nivel de producción de esta hortaliza en ambiente protegido (SIAP, 2012), por lo que es importante evaluar el comportamiento productivo de este cultivo bajo estas condiciones, determinar su viabilidad técnica y proponer su explotación productiva en esta área geográfica; además de obtener información sobre la influencia del tutorado vertical y la poda de brotes secundarios sobre la calidad de la producción de pepino partenocárpico bajo condiciones de malla sombra y clima cálido subhúmedo.

Material y Métodos

Localización geográfica

El trabajo se llevó a cabo durante el período enero-abril 2012, en una casa sombra ubicada en los campos experimentales del Centro de Estudios Profesionales, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, México, localizado en 18°22'52"N y 99°33'52"O, a una altitud de ~640m.

Características edafo-climáticas

El clima que predomina en la región se clasifica como Awo (w)(i)g, que corresponde al más seco de los subhúmedos, de acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García (1981). El período de lluvias se distribuye en verano sin estación invernal definida; las temperaturas media, máxima y mínima anual son de 26, 40 y 10°C y la precipitación media anual es de 797mm. El suelo presenta una topografía uniforme, generalmente plano, sin pedregosidad y sin mucha erosión; el tipo pertenece a los vertisoles,

que son de color oscuro, alta concentración de arcilla montmorillonita, la textura es arcillosa y el pH fluctúa de 7,5 a 7,8 considerándose como moderadamente alcalino. Es pobre en materia orgánica y N total, alto en P y medio en K (Basilio, 1993).

La casa sombra

Ésta es una estructura tipo túnel de 1000m² con malla 50% sombra en el techo, de 16m de ancho por 24m de longitud. Está estructurada con soportes de hierro de PTR galvanizado separados cada 4m y sus paredes son de malla antiáfida de 16×10. Tiene una puerta de acceso de doble entrada y su altura máxima es de 6m. Esta estructura regula el ambiente climático y protege el cultivo de condiciones adversas tales como radiación solar excesiva, vientos fuertes y, parcialmente, de la entrada de insectos vectores de virus (SAGARPA-FAO, 2002).

Material vegetativo

El genotipo Alanis F1 empleado es un pepino tipo americano partenocárpico, para ser cultivado en casa sombra o invernadero, el cual produce frutos rectos y uniformes de ~20cm de largo, sin cuello y color verde oscuro, con buena vida de anaquel, adaptable para ser cultivado en otoño, invierno y primavera; conserva bien su agradable sabor y no se torna amargo (Rijk Zwaan, 2011).

Factores, niveles, tratamientos y diseño experimental

En el experimento se evaluaron el sistema de tutorado (malla, piso y rafia) y la poda de tallos secundarios (con y sin poda), que fueron combinados para generar seis tratamientos: 1) malla y poda, 2) malla sin poda, 3) piso y poda 4) piso sin poda, 5) rafia y poda, y 6) rafia sin poda. La malla melonera es de plástico con cuadros 20×20cm y la rafia utilizada son de polipropileno negro. El tratamiento en piso consistió en dejar que la planta se

extendiera horizontalmente, deslindando su crecimiento dentro de la parcela útil. La poda consistió en eliminar o no los tallos secundarios de la guía principal, cuando éstos alcanzaron una longitud máxima de 3cm.

Los tratamientos se distribuyeron en el campo bajo un diseño de bloques incompletos al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. En las parcelas grandes se distribuyeron los sistemas de tutorado y en las subparcelas la poda.

Manejo del cultivo

La preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo y surcado con maquinaria agrícola y manualmente fueron formadas las camas de siembra (1,30m de ancho por 0,20m de alto). En la cama de siembra se colocó acolchado plástico plata/negro con orificios cada 0,40m. El tamaño de la parcela útil para el sistema de piso fue de 2,60m de ancho por 4,00m de largo (siembra a una hilera en cada bordo de la cama, para distribuir las plantas hacia el centro, con densidad de 1,9 plantas/m²), en tanto que para rafia y malla melonera (tutorado vertical) se colocaron dos hileras de plantas (0,40m de separación) en surcos de 1,30m de ancho por 4,00m de largo (densidad de 3,8 plantas/m²). La malla se colocó entre las dos hileras, mientras que la rafia se utilizó en cada planta. Para medir las variables de rendimiento se cosecharon las plantas de la parcela útil.

Se instaló el cabezal de riego constituido por un filtro de anillos de 7,62cm de diámetro, inyector tipo venturi de tres salidas para la aplicación de productos pesticidas, bomba de 3HP de capacidad y manómetro. Se utilizaron mangueras de polietileno negro de 3,81cm para la línea principal y secundaria, mientras que en la terciaria fue de 1,27cm de diámetro con goteros integrados de 8l·h⁻¹ cada 0,30m, además de un depósito con capacidad de 5000l para la solución nutritiva.

Previo a la siembra, se realizó la desinfección del suelo con Anafur 350® (carbofuran) en dosis 2ml·l⁻¹ de agua y Anibac 580® (cuaternario de amonio) en dosis de 0,5ml·l⁻¹ de agua, para eliminar plagas del suelo.

La semilla fue tratada con el insecticida Gaucho 70WS® (imidoprid) en dosis de 35g por 500g de semilla. La siembra fue directa al suelo en forma manual, colocando dos semillas por cepa a una profundidad de ~0,5cm, para dejar una planta por cepa. Al término de esta actividad se realizó un riego ligero y se aplicó con una aspersora de mochila el fungicida Captan® (1g·l⁻¹ de agua) y enraizador Rootex® (5g·l⁻¹ de agua).

Durante las primeras etapas del cultivo, la aplicación de la solución nutritiva se hizo a través del sistema de riego por goteo en dosis de 0,5 l/planta cada tercer día; durante las etapas de floración y fructificación la dosis de riego se incrementó a 1,5 l/planta. La solución nutritiva empleada tuvo una concentración de 200, 50, 250, 200 y 50ppm de N, P, K, Ca y Mg, los que se suministraron con nitrato de Ca, ácido fosfórico (ATP 46®) y sulfatos de K y Mg. La fertilización foliar se hizo con 3g·l⁻¹ de Gro-green 20-30-10®.

Las plagas de mayor incidencia en el cultivo fueron la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West), el pulgón (*Aphis gossypii* G.) y el minador de la hoja (*Liriomyza* spp.), mientras que las enfermedades de mayor importancia económica fueron la cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea* Schlechtend.:Fr, Pollaci) y el chancro gomoso (*Didymella bryoniae* Aversw), que fueron controladas eficientemente a través un programa de aplicaciones en forma preventivo. Para mantener el cultivo libre de maleza se realizaron deshierbes manuales utilizando azadón.

Variables respuesta

La cosecha se realizó manualmente por la mañana,

cortando y clasificando los frutos en primera (1ª; 20cm o mas de longitud y sin defectos), segunda (2ª; <20cm y sin defectos) y tercera calidad (defectuosos). Los pepinos decolorados se contabilizaron para detectar el efecto del tutorado sobre la calidad del fruto. Los frutos fueron pesados por calidad y corte por parcela útil, y se transformaron los rendimientos por hectárea, incluyendo los comerciales (1ª + 2ª) y totales.

Análisis estadístico

Las variables de respuesta se sometieron a análisis de varianza mediante el *Statistical Analysis System* (SAS) de acuerdo con el diseño experimental, y a las variables que presentaron diferencias estadísticas se les efectuó una prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad. Se construyeron además curvas de crecimiento con el modelo sigmoideal $Y = k/(1 + e^{-bx})$, donde Y: variable de respuesta, k: máximo crecimiento, a y b: estimadores para los parámetros del modelo de crecimiento, y x: tiempo (días). Para calcular el tiempo (x) necesario para alcanzar la máxima velocidad de crecimiento se consideró la

relación $x = a/b$. Cuando $x = 1$ se obtiene el valor de la variable al inicio del período de crecimiento y cuando $Y = k$, es el máximo crecimiento.

Resultados y Discusión

El ciclo del cultivo

El ciclo del cultivo fue de 99 días; de los cuales 52 días correspondieron al período comprendido entre la siembra y el primer corte, y 47 a la época de cosecha (nueve cortes). Estos valores son similares a los encontrados por Fuentes (2012), quien informó en este mismo genotipo, cultivado bajo malla sombra, 108 días de ciclo de cultivo y 44 días en el período de cosecha, con nueve cortes durante el ciclo.

Rendimiento de frutos

Las calidades uniforme, decolorados, comerciales y total fueron afectadas por el tipo de tutorado (Tablas I y II). Con rafia y malla se tuvieron los más altos rendimientos de calidad uniforme (1ª y 2ª), comerciales y total; en tanto que la calidad decolorados (1ª, 2ª y acumulados) incrementó cuando el cultivo creció en el piso.

La poda influyó solo en el rendimiento de frutos de segunda calidad tanto uniformes como decolorados (Tablas I y II).

Comerciales totales

Esta variable es de importancia por representar la producción que genera recursos económicos para el productor y representa la suma de los frutos de 1ª y 2ª calidad. En el total de la producción comercial se incluyen los frutos uniformes (U) y decolorados (D). En este sentido, el rendimiento comercial (U + D) fue afectado por el sistema de tutorado (Tablas I y II). Con rafia y malla se tuvieron los más altos rendimientos (88,9 y 80,8t·ha⁻¹), superiores en 45,1 y 37,0t·ha⁻¹, respecto al cultivo en piso (43,8t·ha⁻¹).

Comerciales Uniformes

El sistema de tutorado influyó en el rendimiento de frutos comerciales en la mayoría de los cortes realizados; con el tutorado (malla y rafia) se tuvieron los mayores rendimientos respecto a la distribución de plantas en el piso, lo que influyó en el total acumulado (1ª + 2ª U). En éste último, las plantas tutoradas produjeron 59,8 y 51,2t·ha⁻¹ más que el cultivo en piso (Tablas I y II). La distribución porcentual de estas calidades con respecto a su total muestra esta marcada diferencia: con tutorado la calidad uniforme fluctuó de 88,7 a 92,0%, mientras que en el piso fue de 54,6% (Figura 1). En relación a la velocidad de crecimiento de la producción acumulada, con

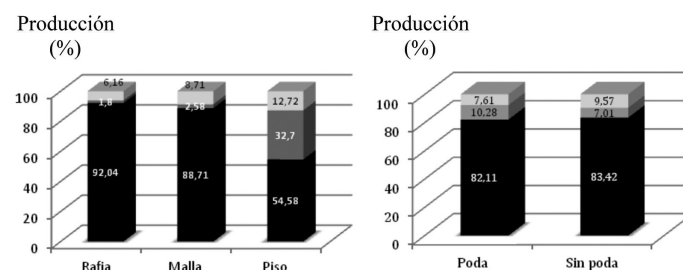


Figura 1. Distribución porcentual del rendimiento de frutos en respuesta al sistema de tutorado y poda, comerciales uniformes ■, comerciales decolorados ■ y desecho □

TABLA I
RENDIMIENTO DE FRUTOS POR CALIDAD (t·ha⁻¹) EN RESPUESTA AL SISTEMA DE TUTORADO Y PODA

Factor	Nivel	Uniformes			Decolorados			Comerciales	Desecho	Total
		1ª	2ª	1ª + 2ª(U)	1ª	2ª	1ª + 2ª(D)	U + D	(3ª)	
Sistema de tutorado (A)	Rafia	67,910 a	19,309 a	87,219 a	0,805 b	0,901 b	1,706 b	88,925 a	5,835 a	94,760 a
	Malla	60,030 a	18,576 a	78,606 a	1,581 b	0,703 b	2,284 b	80,890 a	7,722 a	88,612 a
	Piso	19,970 b	7,424 b	27,394 b	12,783 a	3,633 a	16,416 a	43,810 b	6,385 a	50,195 b
Poda (B)	Con	49,459 a	18,127 a	67,586 a	6,220 a	2,242 a	8,462 a	76,048 a	6,268 a	82,316 a
	Sin	49,147 a	12,079 b	61,226 a	3,892 a	1,250 b	5,142 a	66,368 a	7,027 a	73,396 a
Promedio		49,303	15,103	64,406	5,056	1,746	6,802	71,208	6,648	77,856

TABLA II
RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTOS POR CALIDAD (t·ha⁻¹) EN RESPUESTA AL SISTEMA DE TUTORADO Y PODA

FV	Pr>F _c								
Sistema de tutorado (A)	0,001	0,002	0,0004	0,0001	0,012	0,012	0,003	0,264	0,0046
Poda (B)	0,937	0,007	0,172	0,102	0,006	0,006	0,093	0,453	0,138
A×B	0,311	0,206	0,811	0,222	0,415	0,415	0,545	0,155	0,396
CV (%)	19,13	26,16	32,02	62,02	39,28	45,04	17,76	35,71	17,27

F.V.: fuente de variación, Pr.: probabilidad, F_c: F calculada. CV: coeficiente de variación.

el sistema de tutorado de malla y rafia se encontró la mayor tasa promedio a los 66 días después de la siembra con 5,6t·ha⁻¹/día; mientras que para piso ocurrió a los 69 días con 1,5t·ha⁻¹/día (Figura 2).

Con respecto a la poda, esta afectó el rendimiento de frutos de 2ª calidad (Tablas I y II). Con la eliminación de tallos secundarios se obtuvo mayor rendimiento, sin encontrarse diferencias en el comercial acumulado (67,60 Y 61,20t·ha⁻¹) para plantas podadas y sin podar.

Comerciales decolorados

La distribución de plantas en el piso tuvo los mayores rendimientos de frutos de 1ª, 2ª y total acumulado (1ª + 2ª D), con incrementos en este último de 14,1 y 14,7t·ha⁻¹ respecto a las plantas tutoradas con malla y rafia (Tabla I). En este sistema de siembra en piso el rendimiento de frutos decolorados fue de 32.7% en comparación con el tutorado, que varió de 1,8 a 2,6% (Figura 1).

En relación a la curva de producción acumulada, con el sistema en piso se encontró la mayor tasa a los 78 días después de la siembra con 1,4t·ha⁻¹/día; mientras que para espaldera (promedio de rafia y malla) ocurrió a los 55 días después de la siembra, con 0,2ton·ha⁻¹/día (Figura 3).

La poda influyó en el rendimiento de frutos en los cortes 1, 2, 3, 4 y 6. Sin embargo, no se observó un efecto consistente para algún tratamiento específico, por lo que en el total no hubo diferencias estadísticas, encontrándose en promedio un rendimiento de 6,8t·ha⁻¹ (Tabla I).

Desecho

Los frutos de desecho no fueron afectados por el sistema de tutorado y poda (Tablas I y II), con fluctuaciones de 5,8 a 6,2t·ha⁻¹.

Total

En el total acumulado se observaron aumentos de 44,5 y

38,4t·ha⁻¹ con rafia y malla respecto a piso (Tabla I). La poda afectó el peso de frutos en los cortes 1, 2, 4 y 8; no obstante, en el total no se detectaron diferencias; en promedio se obtuvieron 77,8t·ha⁻¹ (Tabla I).

En los resultados obtenidos, se observa que existe una alta respuesta del cultivo al someterlo a un sistema de tutorado. Cuando las plantas fueron distribuidas verticalmente, ya sea con rafia o malla melonera, el cultivo expresó un mayor potencial de rendimiento de frutos de mayor calidad, porque éstos no quedaron en contacto directo con el piso y porque además la distribución de plantas permitió una mayor densidad de población. El arreglo de las plantas promovió una mejor distribución de la radiación solar en el dosel vegetal, lo que se relacionó con una mayor fotosíntesis y producción de fotoasimilados que, aunado con una mayor eficiencia en la aplicación de productos agroquímicos, se tradujo en mayor rendimiento y calidad en la producción.

Al respecto, López (2003) y Navarro (2006) mencionan que el sistema de tutorado es una práctica para conducir plantas de pepino en forma vertical al tener en cuenta su hábito de crecimiento trepador e indeterminado, con el objeto de mejorar la aireación y la luminosidad incidente, menor influencia de enfermedades, color y forma de frutos más homogénea, mayores densidades de población y facilidad en la cosecha; además indican que el objetivo de esta práctica es mantenerse en niveles de calidad superiores al 85%, seleccionando la producción al eliminar los frutos de los brotes axilares.

En el piso, la densidad de población es una limitante, la cosecha se dificulta maltratando la planta y los frutos se decoloran al quedar en contacto con el acolchado y, por estar a la sombra, la calidad disminuye en este sistema de producción.

Se han llevado a cabo trabajos tendientes a mejorar el sistema de tutorado en pepino para mejorar la luminosidad e

incrementar la longevidad del cultivo, debido a que en la actualidad el precio del producto ha aumentado en Europa. Tabares y Álamo (2007) evaluaron en España el sistema de ‘descuelgue’ (utilizado en tomate), para poder mantener la planta durante todo el ciclo produciendo sobre el tallo principal y evitando la proliferación de hijos; con este sistema se encontró incrementos en la productividad, aumentos en la calidad y longevidad del cultivo, y mayor eficacia de los tratamientos fitosanitarios. Sin embargo, fue necesario el empleo de más mano de obra y el uso de maquinaria, y hubo aumento en el tamaño del fruto, inconvenientes que pueden ser de importancia para determinar el uso de este sistema de producción.

En relación a la poda de tallos secundarios, ésta solo incrementó el rendimiento de frutos de segunda calidad. Al respecto, López *et al.* (2011) encontraron que el mayor número de frutos por planta se obtuvo con el genotipo ‘Esperón’ conducido a un tallo, respecto a la poda a dos tallos; sin embargo, el rendimiento en peso no se afectó. Estos resultados coinciden con los reportados por Premalatha *et al.* (2006), influenciados por el menor potencial productivo en los tallos laterales (Hochmuth, 2001). Otro de los aspectos importantes a considerar respecto al tipo de poda es la densidad de población, lo cual esta ligado con la intercepción de la radiación solar para alcanzar una mayor fotosíntesis y rendimiento, además de una mejora en las condiciones de ventilación, humedad y temperatura (Reche, 1995). Bravo *et al.* (2011), encontraron que a mayor densidad de población y menor número de ejes (tallos) por planta se obtuvieron mayores rendimientos, lo cual se asocia con una menor competencia entre plantas y mayor intercepción de la radiación solar (Sánchez *et al.*, 1999).

Los rendimientos encontrados en el presente experimento (88,6-94,7t·ha⁻¹) se ubican dentro del rango de producción de

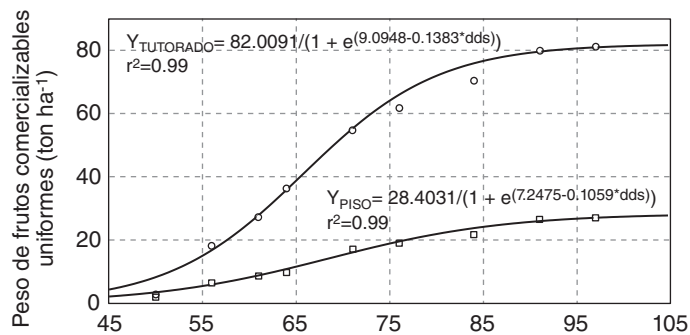


Figura 2. Rendimiento comercial de frutos uniformes (1ª + 2ª U) en respuesta al sistema de tutorado.

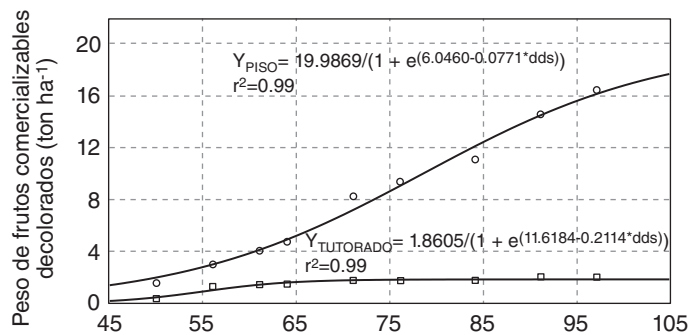


Figura 3. Rendimiento comercial de frutos decolorados (1ª + 2ª D) en respuesta al sistema de tutorado.

los principales estados productores de México (Sinaloa 80,6t·ha⁻¹ y Sonora 124,9t·ha⁻¹) en condiciones de ambiente protegido, por lo que este cultivo puede ser una opción para establecerse bajo malla sombra, utilizando como tutorado los sistemas de rafia o malla plástica, en áreas de clima cálido subhúmedo (Awo).

Conclusiones

El potencial de rendimiento encontrado en este estudio se ubica dentro del rango productivo de los principales estados productores de México, por lo que el cultivo de pepino tutorado con malla o rafia, puede ser una alternativa de producción en esta región climática del estado de Guerrero.

El rendimiento de pepino aumentó al utilizar el sistema de tutorado con rafia y malla melonera en frutos de primera y segunda uniformes, comerciales y total; en tanto que en piso el rendimiento fue mayor en frutos decolorados tanto de primera, segunda y comerciales.

La poda influyó en la calidad del fruto; con poda de tallos secundarios se incrementó el rendimiento de frutos de segunda tanto uniformes como decolorados.

REFERENCIAS

- Aguado G, Del Castillo J, Uribarri A, Sanz de GJ, Astiz M y Sádaba S (2008) Pepino en invernadero. *Itg agrícola. Navarra Agraria. España. 4 pp.*
- Basilio MA (1993) *Características Físico-Químicas de los Campos Experimentales del CEP-CSAEGRO*. Tesis. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. México. 82 pp.
- Bravo BPI, Zambrano BIF, Párraga MLE (2011) Influencia de la densidad de siembra y la poda en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). *Rev. EspamCiencia* 2(2): 45-48.
- Casaca AD (2005) *El Cultivo de Pepino*. Documento Técnico N° 15. SAG, DICTA, PROMASTA, BID. 13 pp.
- Casilimas H, Monsalve O, Bojacá CR, Gil R, Villagrán E, Arias LA, Fuentes LS (2012) *Manual de Producción de Pepino bajo Invernadero*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia. 208 pp. http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pepino/#4/z (Cons. 15/08/2014)
- FAO (2008) *Exportación Mundial de Pepino*. <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>. (Cons. 27/05/2012).
- FAO (2002) Pepino En *El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo*. Estudio FAO. Producción y protección vegetal 90. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Roma, Italia. pp. 230-237.
- Fuentes AD (2012) *Rendimiento de Genotipos de Pepino en Respuesta al Método de Control de Plagas y Enfermedades del Suelo*. Tesis. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. México. 141 pp.
- García E (1981) *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 3ª ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 114 pp.
- Gómez-Guillamón ML, Camero FR, González-Fernández JJ (1997) El melón en invernadero. En Namesney Vallespir A (Coord.) *Compendios de Horticultura. Melones*. Ediciones de Horticultura. Reus, España. 277 pp.
- Grijalva CRL, Macías DR, Grijalva DSA, Robles CF (2011) Evaluación del efecto de la fecha de siembra en la productividad y calidad de híbridos de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora. *BIOtecnica* 13: 29-36.
- Higón N (2002) *El Cultivo de Pepino*. www.horticom/pd/imagenes/52/578/52578.pdf (Cons. 15/08/2014).
- Hochmuth RC (2001) Greenhouse cucumber production. En *Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook*. Vol. 3. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. EEUU. 7 pp.
- López ZCM (2003) *Cultivo del Pepino*. Guía técnica N° 17. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador. www.centa.gob.sv (Cons. 11/06/2013).
- López EJ, Rodríguez JC, Huez LMA, Garza OS, Jiménez LJ, Leyva ELI (2011) Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *Idesia* 29(2): 21-27.
- Luján B, Cabrera S, Campelo E, González P, Maeso D, Paullier J, Rodríguez N, Zaccari F (2004) *Normas de Producción de Melón y Pepino bajo Invernáculo*. INIA, JUNAGRA, AHPI. Uruguay. www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/PI/doc/melon_y_pepino-final.pdf (Cons. 08/06/2014).
- Navarro de TS (2006) *Manejo de Cultivo en Invernadero*. Fundación Produce de Sinaloa. México. www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/865/produccion%20%20hortalizas%20bajo%20invernadero.pdf (Cons. 11/06/2013).
- Premalatha MGS, Wahundeniya KB, Weerakkody WAP, Wicramathunga CK (2006) Plant training and spatial arrangement for yield improvements in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) varieties. *Trop. Agric. Res.* 18: 346-357.
- Reche MJ (1995) Poda de hortalizas en invernadero (calabacín, melón, pepino y sandía). Hojas divulgadoras Núm. 1-2/95 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 32 pp. www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_01-02.pdf (Cons. 08/06/2014).
- Rijk Zwaan (2011) *Cucumber Alanis RZ International Catalogue Seeds and Services*. http://files.tlhort.com/topicassets/attachments/ta_243_export_catalogue_2009_2010.pdf (Cons. 20/04/2012).
- SAGARPA (2009) *90 Millones de Pesos Deja la Producción de Pepino en Yucatán*. <http://yucatanahora.com/noticias> (Cons. 08/06/2014).
- SAGARPA-FAO (2002) *Agricultura bajo Ambiente Controlado. Evaluación Nacional*. http://sagarpa.gob.mx/subagri/desarrollo_agricola/fao/2001/nac/ABC.pdf (Cons. 15/05/2012).
- Sánchez DCFE, Ortíz J, Mendoza M, González H, Colinas L (1999) Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33: 21-29.
- SIAP (2013) *Agricultura protegida: Productos todo el año. Comparativo de rendimientos para algunos productos*. <http://campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html> (Cons. 09/06/2014).
- SIAP (2012) *Producción Nacional y Estatal de Pepino*. www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=230. (Cons. 09/06/2014).
- Tabares RJM, Álamo M (2007) *Viabilidad de Entutorado en Descuelgue en Cultivo de Pepino*. Granja Agrícola Experimental. Cabildo de Gran Canaria. España. www.grancanaria.com/granja (Cons. 11/06/2013).