

Dinámica de producción de Chile Morrón en respuesta al genotipo, poda y densidad

ÁVILA-ALISTAC, Norma, MASTACHE-LAGUNAS Ángel Agustín†*, OLALDE-GUTIÉRREZ Víctor Manuel y MARTÍNEZ-SERNA José

Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO), Iguala.

Recibido: Agosto, 22, 2017; Aceptado febrero 9, 2018

Resumen

El presente estudio se realizó con el principal objetivo de evaluar el rendimiento y la dinámica de producción de genotipos de Chile Morrón bajo malla sombra en función a la densidad de población y poda. Se estableció un experimento factorial 2^3 , incluyendo genotipos, densidades de población y tipos de poda, en cultivo protegido con malla sombra y fertirriego. Se utilizó el arreglo experimental de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones, aleatorizando las densidades en parcela principal, en subparcela los genotipos y en sub-subparcela el tipo de poda. El ciclo de cultivo fue de 192 días, efectuándose nueve cortes. Se determinó que los genotipos tuvieron un comportamiento similar, apreciándose buen potencial (41.981 t ha^{-1}). La densidad alta incrementó el peso de frutos de primera y segunda calidad con valor comercial, además del rendimiento total. La poda holandesa redujo la producción de frutos de desecho. En frutos de tercera calidad se detectó interacción Densidad x Poda, y en frutos de desecho en Densidad x Genotipos x Poda. La producción de frutos de desecho (9.915 t ha^{-1}) estuvo compuesta por frutos deformes (71.2%), dañados por el sol (18.5%) y plagas (10.3%).

Palabras clave: Chile Morrón, cultivo protegido, densidad, poda, dinámica de producción.

Abstract

The present study was conducted with the main objective of evaluating the yield and production dynamics of Bell Pepper genotypes under shade mesh based on population density and types of pruning. A factorial experiment 2^3 was established, including genotypes, population densities and types of pruning, in protected shade mesh culture and fertigation. We used the experimental arrangement of subdivided plots with four repetitions, randomizing densities in main plot, subplot genotypes and sub-subplot type pruning. The culture cycle was 192 days, with nine cuts. It was determined that the genotypes had a similar behavior, appreciating good potential (41.981 t ha^{-1}). The high density increased the weight of fruits of first and second quality with commercial value, in addition to the total yield. Dutch pruning reduced the production of waste fruits. In fruits of third quality it was detected interaction Density x Pruning, and in fruits of waste in Density x Genotypes x Pruning. The production of waste fruits (9.915 t ha^{-1}) consisted of deformed fruits (71.2%), damaged by the sun (18.5%) and pests (10.3%).

Keywords: Bell Pepper, protected cultivation, density, pruning, production dynamics.

Citación: ÁVILA-ALISTAC, Norma, MASTACHE-LAGUNAS Ángel Agustín†, OLALDE-GUTIÉRREZ Víctor Manuel y MARTÍNEZ-SERNA José. Dinámica de producción de Chile Morrón en respuesta al genotipo, poda y densidad. Foro de Estudios sobre Guerrero 2019, mayo 2018 - abril 2019 Vol. 6 No. 1 15-25.

*Correspondencia al Autor: norma_alixtac@hotmail.com

† Investigador contribuyendo como primer autor

1. Introducción

El Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) es uno de los tipos de chile más importantes que se cultivan en México, no sólo por la superficie y volumen de producción en el mercado nacional, sino por ser una especie hortícola de exportación a Estados Unidos y Canadá (SAGARPA, 2005).

México se encuentra en el segundo lugar de producción de chiles en el mundo (1 785 458.76 toneladas anuales; FAO, 2017) por detrás de China. En el país forma parte de la dieta diaria, al consumirse 16 kg per cápita al año. Dentro de los principales estados productores de chile morrón destacan Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Durango y Coahuila, con una producción de 104.4 mil toneladas (SAGARPA, 2016).

El pimiento morrón se siembra en campo abierto, mallas sombra e invernaderos (Ayala-Tafoya *et al.*, 2015). En el caso de campo abierto (agricultura tradicional), se presentan fenómenos meteorológicos adversos como la alta incidencia de radiación solar, fuertes vientos, granizadas y cambios bruscos de temperaturas durante el día y la noche (OEIDRUS, 2008), además de la escasa disponibilidad de agua y nutrientes, así como incidencia de plagas y enfermedades.

Estos factores provocan mayores problemas en ciertos cultivos, particularmente en las hortalizas. Se ha logrado reducir el impacto negativo, mediante la protección de los cultivos y del suelo, con materiales plásticos (Boyer, 1982); considerando entre otras alternativas, el acolchado, fertirriego, cubiertas flotantes, invernaderos, protección con malla sombra, rompe vientos y un adecuado programa sanitario (Lamont, 1996). Durante los últimos años el cultivo protegido de frutas y hortalizas en México se ha incrementado de 721 a 9500 hectáreas de 1996 a 2009 (SAGARPA, 2009), ya que permite obtener altos rendimientos fuera de temporada (Maroto, 2008).

Existen diferentes prácticas dentro de la agricultura protegida, siendo las de mayor uso y de mejores resultados, los invernaderos y casas sombra; el primero, consiste en utilizar los beneficios del efecto invernadero para regiones de clima templado a frío; mientras que el efecto sombra, se aplica para climas tropicales y subtropicales.

El estado de Guerrero dispone de alrededor de 348 unidades de producción (en 69 hectáreas) en la modalidad de agricultura protegida, distribuidas principalmente en invernaderos (69.8 %), casas sombra (16.9 %), macro y micro túneles (9.5 %), entre otros; sin embargo, sólo se aprovecha el 70.2 % de las instalaciones por falta de organización de los productores, falta de recursos para continuar la operación de estas unidades y por falta de asistencia técnica (OEIDRUS, 2008). En la actualidad, a través de programas de apoyo al campo, se ha impulsado la agricultura protegida y además, se están desarrollando trabajos de investigación tendientes a observar el potencial productivo de otros cultivos hortícolas y ornamentales (pepino, melón, chile serrano y flores de corte), para que los productores que han adoptado esta tecnología, tengan alternativas de producción y conozcan las épocas de siembra y manejo adecuado de los cultivos.

Ante ello, se cuenta con escasa información sobre la producción de Chile Morrón en el estado de Guerrero, por lo que es necesario estudiar su cultivo, manejo y dinámica de producción para la toma de decisiones por parte de los productores en la introducción de esta hortaliza. En función de lo anterior, se proyectó el presente estudio con el objetivo fundamental de evaluar el rendimiento y la dinámica de producción de dos genotipos de Chile Morrón bajo malla sombra, en función a la densidad de población y de poda.

Respecto a la dinámica de producción, con la información acumulada de cada corte se modelará la relación en función de los días transcurridos después del trasplante y de los factores en estudio, utilizando el modelo logístico (Calvo *et al*, 1994; Thornley y France, 2007).

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en una casa sombra que pertenece al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, ubicado en el km 14.5 de la carretera Iguala-Cocula. El cual se tiene una precipitación promedio anual de 730 mm y temperatura ambiental promedio de 26.7 °C; un suelo de textura arcillosa, ligeramente calcáreo, con bajo contenido de materia orgánica, potasio y nitrógeno total, pero rico en calcio y magnesio (Basilio, 1993).

Los genotipos SP222 (maduración amarilla) y SP218 (maduración roja) fueron evaluados, en combinación con densidades baja y alta (1.39 y 2.78 plantas m⁻²) y con podas basal y holandesa, mediante un arreglo factorial 2³ generándose ocho tratamientos que fueron distribuidos en un diseño de bloques incompletos en arreglo de parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones. En la parcela principal fueron aleatorizadas las densidades, en la sub-parcela los genotipos y en la sub-sub parcela las podas. La unidad experimental consistió de tres surcos de 1.2 m de ancho por 4 m de longitud, utilizando el surco central como parcela útil (4.8 m²).

Para la producción de plántulas de chile se hizo en semillero, se utilizó una mezcla de sustrato de tierra lama, hojarasca de tamarindo y fibra de coco (1:1:1) en charolas de polipropileno de 200 cavidades previamente desinfectadas.

La siembra fue manual, depositando una semilla por cavidad a una profundidad de 1 cm. La preparación del área de cultivo consistió de un barbecho y un rastreo, posteriormente se formaron manualmente las camas de siembra. Para la distribución del agua, nutrimentos y pesticidas, se empleó una bomba eléctrica de 2 HP acoplada a un cabezal de riego con un fertilizador tipo Venturi. El trasplante se realizó de forma directa sobre el terreno de cultivo (39 días después de la siembra), cuando las plantas tenían cuatro o cinco hojas verdaderas, en hilera sencilla a una distancia de 30 o 60 cm de conformidad con las densidades en estudio (baja o alta), colocando una planta por cepa y al finalizar la labor, se suministró un riego por 30 minutos.

Durante el ciclo del cultivo, se aplicaron cada tercer día riegos durante 30 minutos en los primeros 9 días y posteriormente, se incrementó a una hora. En la fertilización edáfica fueron utilizados ULTRASOLES para cada etapa de desarrollo del cultivo, además de nitrato de potasio y nitrato de calcio, en la fase productiva, generando un aporte en kg ha⁻¹ de 201, 95, 193 y 45.6 de N, P₂O₅, K₂O y CaO respectivamente.

Para la prevención y manejo de problemas fitosanitarios, se aplicó al follaje y a la raíz productos orgánicos y químicos. Estos productos se aplicaron de acuerdo a los problemas (plagas y/o enfermedades) que se observaron durante la fenología del cultivo.

Para el tutorado, se colocaron varas de 2.20 m de longitud a lo largo del lomo del surco con una separación de 4 m, y en ellos fueron puestos cuatro hilos de rafia cada 30 cm de separación entre los hilos, en función del crecimiento de la planta.

La poda (basal y holandesa) se realizó a los 79 días después del trasplante (ddt).

La poda basal, consistió en eliminar las ramas laterales y hojas hasta los primeros 25 cm de altura de las plantas; y la poda holandesa, en eliminar hasta el tercer piso del dosel vegetal un brazo interno (rama) de cada dos y el primer fruto de la primera bifurcación formada (Jovicich *et al.*, 2004). La función de eliminar el primer fruto fue dar mayor uniformidad al resto de los frutos, así como precocidad y rendimiento (Moreno *et al.*, 2011).

Cuando se alcanzó la madurez de los frutos, se cosecharon (parcela útil) y se clasificaron en primera (>200 g), segunda (150-200 g), tercera (100-150 g) y cuarta (<100 g) calidad, los que al sumarse, generaron la producción con valor comercial; además, se determinó el peso de frutos de desecho (deformes, dañados por el sol, enfermedades y/o plagas). Los rendimientos totales de cada calidad, se sometieron al análisis de varianza mediante el procedimiento GLM (SAS, 2001) de conformidad con el diseño experimental utilizado, en los casos en donde se detectó interacción entre los factores en estudio, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$). Adicionalmente, con la información acumulada de cada corte y los días después del trasplante a la cosecha respectiva, se hizo un análisis de la dinámica de producción utilizando el modelo logístico (Calvo *et al.*, 1994; Thornley y France, 2007) mediante el procedimiento NLIN (SAS, 2001).

3. Resultados y Discusión

Ciclo del cultivo

El ciclo de cultivo fue de 192 días en ambos genotipos utilizados; transcurrieron 39 días de la siembra al trasplante y a partir de los 96 días posteriores a este evento, se inició la cosecha de frutos con un total de nueve cortes en un periodo de 57 días.

Al respecto, Doorenbos y Kassam (1979), reportan que existe variación en la duración del ciclo vegetativo (100 a 150 días) en las diferentes variedades de Pimiento Morrón. Por otro lado Benacchio (1982), menciona que después del trasplante la planta tiene un ciclo de 95 a 100 días; en cambio Ruiz *et al.* (1999), describen que este periodo puede variar de 75 a 130 días. Moreno *et al.* (2011), observaron en un estudio realizado sobre fenología y rendimiento de híbridos de Pimiento Morrón en condiciones de invernadero una variación de 91 a 118 días en trasplante-cosecha. Ante lo mencionado, la variación del ciclo fenológico del chile Morrón se puede ver influido por el genotipo, así como las condiciones ambientales. Por lo tanto, se considera que los genotipos utilizados en el presente trabajo son clasificados como tardíos, ya que requirieron de 153 ddt para completar su ciclo fenológico (Inoue y Reifschneider, 1989; Fernández *et al.*, 2004).

Peso de frutos ($t\ ha^{-1}$)

De la información recaudada en el experimento, se determinó un rendimiento promedio de $41.981\ t\ ha^{-1}$ de Chile Morrón, correspondiendo a 76.4 % de frutos con valor comercial (Tabla 1) y el resto de frutos de desecho (23.6 %). Este cultivo requiere de niveles apropiados de temperatura para su óptima producción, las mayores a $35\ ^\circ C$ pueden perjudicar el desarrollo de las flores, el cuajado y desarrollo de los frutos y en consecuencia disminuye la producción (Ibarra *et al.*, 2004); para la fructificación, la óptima es de aproximadamente $15^\circ C$, por debajo de $11\ ^\circ C$ la planta sufre progresivamente daños irreversibles, que dan lugar a crecimiento raquítico, caída de flores y frutos jóvenes (Castaños, 1993).

En el valle de Cocula, Guerrero, se observó que es viable cultivar el Chile Morrón en la época de invierno para reducir riesgos que pudieran causar las altas temperaturas. En esta región, a pesar de no ser una zona productora de esta hortaliza, los rendimientos obtenidos son muy parecidos a los generados en Sinaloa (SAGARPA, 2005; Ibarra *et al.*, 2004).

Factor	Nivel	Producción						
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Con valor comercial	Desecho	Total
Densidad (A)	Baja	10.461 b	8.924 b	5.975 a	1.783 a	25.083 b	9.306 a	34.387 b
	Alta	21.131 a	10.228 a	6.090 a	1.602 a	39.051 a	10.522 a	49.575 a
Genotipo (B)	SP222	16.967 a	8.312 a	6.079 a	2.170 a	33.258 a	9.608 a	42.866 a
	SP218	14.865 a	8.810 a	5.985 a	1.215 b	30.875 a	10.221 a	41.096 a
Poda (C)	Basal	13.899 a	9.474 a	6.192 a	1.783 a	36.348 a	12.117 a	48.464 a
	Holandesa	12.633 a	7.675 a	5.822 a	1.602 a	27.785 b	7.6828 b	35.468 b
Media general		15.766	8.576	6.032	1.692	32.067	9.915	41.981
E.V.		Pr>Fc						
A		0.0149	0.0279	0.8727	0.7566	0.0146	0.2807	0.0181
B		0.4849	0.8152	0.9038	0.0193	0.5287	0.7136	0.5968
C		0.0678	0.0685	0.6397	0.5276	0.0309	0.0001	0.0019
A*B		0.7856	0.1834	0.8422	0.8400	0.3439	0.9268	0.3106
A*C		0.6157	0.6733	0.0337	0.3033	0.9775	0.8593	0.9888
B*C		0.2404	0.7763	0.0791	0.3933	0.4863	0.0802	0.7768
A*B*C		0.5150	0.8244	0.1854	0.9795	0.7056	0.0182	0.7947

Tabla 1. Peso de frutos ($t\ ha^{-1}$) por calidad, en respuesta a la densidad y poda en dos genotipos de Chile Morrón y resumen del análisis de varianza.

En la producción de frutos de primera, segunda y cuarta calidad, así como los de valor comercial y total, los factores actuaron de manera independiente (Tabla 1), detectándose evidencia significativa de que la densidad de población influyó en la producción de frutos de primera [(Pr>Fc)=0.0149] y segunda calidad [(Pr>Fc)=0.0279], induciendo finalmente un efecto significativo en los frutos con valor comercial [(Pr>Fc)=0.0146] y en la producción total [(Pr>Fc)=0.0181].

En estas variables la densidad alta (2.78 plantas m^{-2}) originó los mayores rendimientos, a causa de un mejor aprovechamiento del área utilizada (Cruz *et al.*, 2009), superando los rendimientos en 103.2, 47.7, 55.7 y 44.2 %, respectivamente.

En los genotipos utilizados, sólo se apreciaron diferencias significativas en los frutos de cuarta calidad [(Pr>Fc)= 0.0193], con 955 kg más por hectárea (78.6%) en el genotipo SP222 (amarillo).

En el factor relativo a la poda, se observaron efectos significativos en la producción con valor comercial [(Pr>Fc)=0.0309] y altamente significativos en la de desecho [(Pr>Fc)=0.0001] y rendimiento total [(Pr>Fc)=0.0019], en estos casos, la poda basal promovió los rendimientos mayores (36.3, 12.1 y 48.5 $t\ ha^{-1}$) superando en 30.8, 58.1 y 36.7% los rendimientos obtenidos con la poda holandesa.

La cantidad de plantas por unidad de superficie es un factor determinante en espacios protegidos para optimizar el rendimiento. El marco de plantación en este cultivo se establece en función del porte de la planta, que dependerá de la variedad comercial, el más frecuentemente empleado en invernaderos es de 1 m entre líneas y 0.5 m entre plantas, aunque cuando se trate de plantas de porte medio y el tipo de poda de formación, la densidad puede aumentar hasta 6.5 plantas m^{-2} sin afectar los rendimientos negativamente (Sánchez del Castillo *et al.*, 2017); en este sentido Reséndiz *et al.* (2010), establecen que el despunte temprano en Pimiento Morrón combinado con alta densidad de población puede efectuarse a menos de un metro de altura, para cosechar el primer flujo de frutos y reducir el ciclo a cuatro meses o menos y se es coincidente con los resultados obtenidos por Cruz *et al.* (2009), en un estudio con pimiento a ocho y 14 plantas m^{-2} en invernadero con temperaturas menores a las del presente trabajo, en donde obtuvieron un rendimiento 50 % mayor con la densidad de población más alta, indicando que esto se debió a un índice de área foliar relativamente alto que interceptó más radiación fotosintéticamente activa. Ante lo mencionado, es fundamental el tipo de prácticas que se realiza en el cultivo así como la poda para establecer la densidad de población ya que Sánchez del Castillo *et al.* (2017), puntualizan que el aumento de la densidad de población se puede ver afectado negativamente en la producción.

Los genotipos empleados tienen potencial productivo similar, aunque en el mercado los pimientos de maduración roja son los que se cotizan a mayores precios, por lo que es muy factible, dependiendo de las preferencias del mercado seleccionar estos genotipos para su producción. En pimiento, la poda es una práctica de manejo indispensable, ya que el crecimiento de la planta es dicotómica, si se dejan todos los tallos que se forman el desarrollo del dosel vegetal es excesivo, generando mayor competencia entre los frutos por nutrientes, espacio y luz (Reséndiz *et al.* 2010), induciendo aborto de frutos, disminución de tamaño y la producción de frutos deformes, al quedar atrapados entre los tallos, tal como se observó en los tratamientos donde no se realizó la poda de tallos (poda basal). Estos frutos dejan de ser comerciables en el mercado, generando mermas en la producción. En este trabajo, se observó mayor número de frutos de desecho generados por deformación que por otros factores (daños por el sol, plagas y/o enfermedades).

Con respecto a la interacción entre los factores en estudio, se apreció un efecto significativo en los frutos de tercera calidad [(Pr>Fc)=0.0337] en Densidad x Poda, y en los frutos de desecho [(Pr>Fc)=0.0182], en Densidad x Genotipo x Poda. En el primer caso, se observó que en densidad baja la poda basal superó el rendimiento obtenido comparado con la poda holandesa, en tanto que en densidad alta, ocurrió lo contrario (Tabla 2). En los frutos de desecho, la interacción se debió a que en densidad alta en el genotipo SP222, las podas indujeron la misma cantidad de estos frutos, mientras que en los demás casos, la poda holandesa produjo la menor cantidad de frutos de desecho (Tabla 2). En el caso del genotipo SP218 en densidad alta y con poda holandesa, se generó el menor número de frutos de desecho comparado con el genotipo SP222.

Densidad x Poda			
Densidad	Poda	Tercera	
Baja	Basal	6.933 a	
	Holandesa	5.017 b	
Alta	Basal	5.452 b	
	Holandesa	6.728 a	

Densidad x Genotipo x Poda			
Densidad	Genotipo	Poda	Desecho
Baja	SP222	Basal	11.716 a
		Holandesa	6.433 b
	SP218	Basal	11.506 a
		Holandesa	7.565 b
Alta	SP222	Basal	10.404 a
		Holandesa	9.879 a
	SP218	Basal	14.961 a
		Holandesa	6.854 b

Tabla 2. Análisis de la interacción entre los factores en estudio, en los frutos de tercera calidad y de desecho.

En la distribución porcentual de la calidad del fruto respecto al rendimiento total, se distinguió una proporción adecuada entre los frutos de primera (37.6 %), segunda (20.4 %), tercera (14.4 %) y cuarta calidad (4.0 %); sin embargo, resalta la producción de frutos de desecho (9.9 t ha⁻¹) que constituyen la proporción que no es comercializada (23.6 %). Estos frutos de desecho se vieron influido por efecto del tipo de poda (basal y holandesa), generando deformación y en menor frecuencia por incidencia de plagas y enfermedades que se presentaron en el ciclo del cultivo.

En la composición de estos frutos (Tabla 3), se percibió que el 71.2 % (7.1 t ha⁻¹) corresponde a frutos deformes, el 18.5 % (1.8 t ha⁻¹) a frutos dañados por el sol y el 10.3 % (1.0 t ha⁻¹) a los dañados por plagas y/o enfermedades. Ibarra *et al.* (2004), en un estudio realizado sobre el efecto del acolchado y los micro túneles en el rendimiento de pimiento, obtuvieron frutos de rezaga que variaron de 8.5 a 27.1 %, con un promedio de 16.8 %. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación.

Factor	Nivel	Producción de frutos de desecho		
		Deformes	Dañados por el sol	Dañados por plagas
Densidad (A)	Baja	6.433 a	2.219 a	0.654 b
	Alta	7.688 a	1.450 a	1.387 a
Genotipo (B)	SP222	6.591 a	1.721 a	1.296 a
	SP218	7.529 a	1.947 a	0.745 b
Poda (C)	Basal	9.282 a	1.613 a	1.252 a
	Holandesa	4.838 b	2.056 a	0.790 a
Media general		7.060	1.834	1.021
F.V.		Pr > Fc		
A		0.1309	0.1322	0.0327
B		0.3665	0.7720	0.0169
C		0.0004	0.0846	0.0912
A*B		0.8033	0.8879	0.2639
A*C		0.7091	0.0351	0.8218
B*C		0.0704	0.4940	0.1032
A*B*C		0.0468	0.9375	0.4449

Tabla 3. Peso de frutos de desecho (ton ha⁻¹), en respuesta a la densidad y poda en dos genotipos de Chile Morrón y resumen del análisis de varianza.

La menor cantidad de frutos deformes se produjeron en general con la poda holandesa, detectándose además en el tratamiento formado por densidad baja con el genotipo SP218 y poda holandesa, la menor afectación con tan sólo 749 kg ha⁻¹ (Tabla 4), contrastando con las 7.06 t ha⁻¹ obtenidas en promedio en los frutos de desecho. En los frutos dañados por el sol, la combinación densidad alta y poda basal generó la menor cantidad de estos frutos (948 kg ha⁻¹), por la escasa penetración del sol ante la mayor cantidad de plantas y abundancia de follaje que protegieron de mejor forma a los frutos. Los daños ocasionados por plagas fueron reducidos, debido a las medidas sanitarias utilizadas en este trabajo, determinándose además, que los factores actuaron de manera independiente (Tabla 3), apreciándose una menor afectación (654 kg ha⁻¹) en densidad baja y en el genotipo SP218 de color rojo (745 kg ha⁻¹). Este último caso, es probable que se encuentre asociado a la preferencia que tienen los insectos en relación al color. Así el tipo de insectos (mosca blanca, gusano trozador) incidentes en el experimento atacaron con mayor frecuencia los frutos de color amarillo (SP222).

Densidad x Poda			
Densidad	Poda	Frutos dañados por el sol	
Baja	Basal	2.277 a	
	Holandesa	2.160 a	
Alta	Basal	0.948 b	
	Holandesa	1.951 a	
Densidad x Genotipo x Poda			
Densidad	Genotipo	Poda	Frutos deformes
Baja	SP222	Basal	8.241 a
		Holandesa	3.937 b
	SP218	Basal	2.812 a
		Holandesa	0.749 b
Alta	SP222	Basal	7.548 a
		Holandesa	6.639 a
	SP218	Basal	12.625 a
		Holandesa	3.938 b

Tabla 4. Interacción detectada entre los factores en estudio en frutos dañados por el sol y deformes.

Dinámica de Producción

En el rendimiento de frutos con valor comercial, se realizó adicionalmente un análisis de la dinámica de producción, de conformidad con los resultados observados en el análisis de varianza (Tabla 1). El rendimiento obtenido en cada corte se fue acumulando, asociando de esta forma los días transcurridos después del trasplante y la producción promedio respectiva. Las curvas resultantes fueron de forma sigmoidea por lo que el modelo seleccionado fue el logístico (Calvo *et al.*, 1994; Thornley y France, 2007).

Con respecto a la densidad alta, 2.78 plantas m⁻² (Y_{DA}), el modelo logístico se ajustó a la producción máxima acumulada de 39.051 t ha⁻¹, determinándose a partir de este modelo, que la mayor dinámica de producción (punto de inflexión) se alcanzó a los 115.9 días en promedio después del trasplante (Grafico 1). En la densidad baja, 1.39 plantas m⁻² (Y_{DA}), la producción máxima acumulada fue de 25.083 t ha⁻¹ y el mayor índice de producción por día se obtuvo 114.8 días después del trasplante. En ambas densidades de población evaluadas, el índice de producción por día fue similar.

En relación a la poda basal (Y_{PB}) y holandesa (Y_{PH}), se observó que indujeron rendimientos totales de frutos con valor comercial de 36.3 y 27.8 t ha⁻¹, logrando a los 115.2 días después del trasplante en ambos casos, la mayor dinámica de producción promedio por día (Gráfico 2). En la poda basal se produjo el mayor rendimiento total de frutos, con 8.5 toneladas más que la poda holandesa. En general, se percibió que el mayor peso de frutos con valor comercial se logró entre los 115 y 116 días después del trasplante, 1.1, 0.7, 1.1 y 0.7 t ha⁻¹ por día en la densidad alta, densidad baja, poda basal y poda holandesa, respectivamente. El modelo utilizado, permitió asociar de manera eficiente ($r^2 = 0.99$) la producción con valor comercial y los días después del trasplante, tanto en las densidades estudiadas como en las podas, proporcionando una fácil interpretación de los resultados.

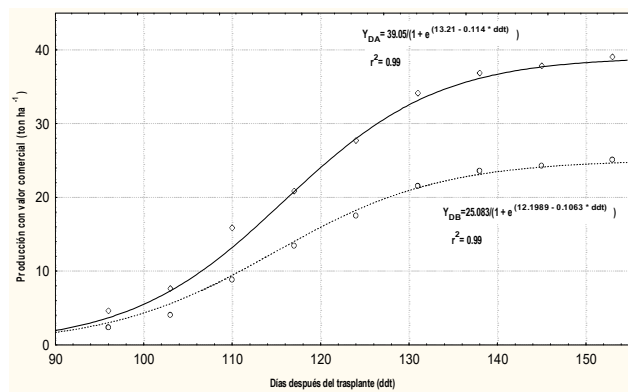


Gráfico 1. Dinámica de producción del Chile Morrón, en función de los días después del trasplante (ddt) y de la densidad de población (baja y alta).

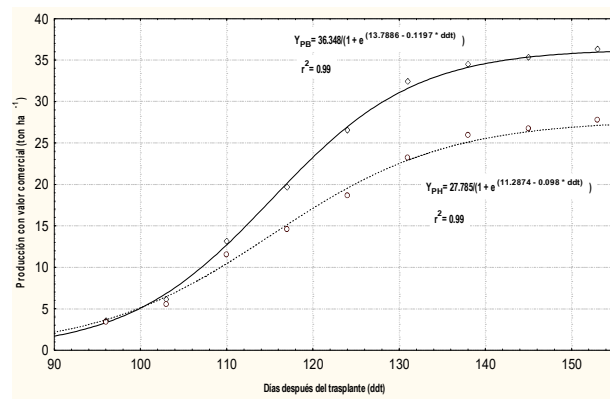


Gráfico 2. Dinámica de producción del Chile Morrón, en función de los días después del trasplante (ddt) y de la poda (basal y holandesa).

Se han reportado en Pimiento Morrón rendimientos superiores (64 t ha⁻¹) (Sánchez del Catillo *et al.*, 2017) a nuestros resultados (42 t ha⁻¹); sin embargo, se implementan otro tipo de tecnología (invernaderos), genotipos y ambiente, que son propicios para el cultivo. No obstante, ante el escaso conocimiento que se tiene del cultivo en la región (primer ciclo establecido), se tiene buenas expectativas para su establecimiento bajo malla sombra, adicionando estudios de densidad de población, otros genotipos e hidroponía en la zona.

Estos resultados derivados de la investigación, demuestra el alto potencial que tiene el cultivo de Chile Morrón en el Valle de Cocula, ya que es la primera vez que se establece en esta zona. Pese que el ciclo de los genotipos evaluados fueron de seis meses aproximadamente, se tiene el interés de seguir estudiando otros genotipos de ciclo intermedio o cortos para disminuir los costos de producción y para establecerlos en otras áreas del estado; así mismo la implementación de otros sistemas de producción (acolchado, hidroponía) y épocas de siembra. Por lo tanto, con los resultados generados, se pretende dar seguimiento a futuras investigaciones con la finalidad de profundizar el conocimiento concerniente a la fenología, incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo y épocas de siembra propicias para su desarrollo.

Esto con la finalidad de aumentar los rendimientos de producción y dar a conocer a los productores otras alternativas de producción de hortalizas.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue financiado por el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO).

4. Conclusiones

Existen buenas perspectivas para el cultivo de Chile Morrón en el Valle de Cocula-Guerrero, el cual presentó un ciclo de 192 días con un periodo de cosecha de 57 días.

Los factores en estudio actuaron de manera independiente, en la producción de frutos de primera, segunda y cuarta calidad, así como en los de valor comercial y el total.

La poda basal influyó en la producción con valor comercial y en el rendimiento total, superando los pesos obtenidos con la poda holandesa, sin embargo también se asoció a altos valores de frutos de desecho.

Se detectaron efectos interactivos en los frutos de tercera calidad (densidad x poda) y en los de desecho (densidad x genotipos x poda).

La menor producción de frutos de tercera calidad, en densidad baja, se obtuvo con poda holandesa y en densidad alta, con poda basal.

La mayor cantidad de frutos de desecho se produjo con el tratamiento formado por la densidad alta, genotipo SP218 y poda basal.

Se percibió que el mayor peso por día de frutos con valor comercial se logró entre los 115 y 116 días después del trasplante, en los factores en estudio correspondientes a la densidad y poda.

Referencias

- Ayala-Tafoya F., Sánchez-Madrid R., Partida-Ruvalcaba, Yáñez-Juárez M. G., Ruiz-Espinosa F. H., Velázquez-Alcaraz T. de J., Valenzuela-López M. y Parra-Delgado J. M. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 38(1): 93-99.
- Basilio, M. A. (1993). Características físico-químicas de los campos experimentales del CEP CSAEGRO. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 82 p.
- Benacchio, S. S. (1982). Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo potencial de producción en el Trópico Americano. PONAIAIP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Boyer, J. S. (1982). Plant productivity and the environment. *Science* 218: 443-448.
- Calvo, H. R. M., González A. J. L., Pérez B. S. (1994). Manual de Modelos no Lineales en los Ámbitos Agronómico, Ganadero y Forestal. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid, España. 110 p.

- Castaños C. M. (1993). Horticultura. Primera Edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 527 p.
- Cruz, H. N., Sánchez C. F., Ortiz C. J., Mendoza C. M. C. (2009). Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y periodo de cosecha en chile pimiento. *Agricultura Técnica en México* 35: 70-77.
- Doorenbos, J., Kassam A. H. (1979). Efecto del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma. 212 p.
- FAO, (2017). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en línea: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. (Consulta: agosto, 2017).
- Fernandes, D. S. D. F, Carmo O. M., Pinheiro M. L. H., Noda H., Manoares M. F. (2004). Diversidade Fenotípica em Pimenteirias Cultivadas na Amazônia. Associação Brasileira de Horticultura. Anais CBO 2004. Página electrónica: <http://www.abhorticultura.com.br/CBO/>
- Ibarra, J. L., Flores J., Quezada M. R., Zermeño A. (2004). Acolchado, riego y microtúneles en tomate, chile Anaheim y chile pimiento. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 179-187.
- Inoue, A. K., Reifschneider F. J. B. (1989). Caracterização da coleção de germoplasma de Capsicum do CNPq. *Horticultura Brasileira* 7: 10-18.
- Jovicich, E., Cantliffe D. J., Stoffella P. J. (2004). Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container and trellis system. *HortTechnology* 14: 507-513.
- Lamont, W. J. (1996). What are the components of a plasticulture vegetable production system?. *HortTechnology*. 6(3): 150-154.
- Maroto, J. V. (2008). Elementos de Horticultura General. 3ra Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 480 p.
- Moreno, P. E. del C, Mora A. R., Sánchez del C. F., García P. V. (2011). Fenología y Rendimiento de Híbridos de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en Hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, Vol. XVII, Edición Especial 2, 2011: 5-18.
- OEIDRUS, (2008). Inventario de Unidades de Producción Agrícola en la Modalidad de Agricultura Protegida. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Secretaría de Desarrollo Rural, Gobierno del Estado de Guerrero, México.
- Reséndiz, M. R. C., Moreno P. E. del C., Sánchez del C. F., Rodríguez P. J. E., Peña L. A. (2010). Variedades de Pimiento Morrón manejadas con Despunte temprano en dos Densidades de Población. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 223-229.
- Ruiz, C. J. A., Medina G. G., González A. I. J., Ortiz T. C., Flores H. E., Martínez P. R. A., Byerly M. K. F. (1999). Requerimientos Agroclimáticos de Cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Guadalajara, Jalisco. pp. 94-97.
- SAGARPA, (2005). Sistema de Información Agrícola y Pesquero. Anuario Estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Edición en internet: www.siap.sagarpa.gob.mx. (Fecha de consulta: agosto 2017).

SAGARPA, (2016). Producción nacional de Chile alcanza 2.3 millones de toneladas. No. 545. Disponible en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx>. (Consulta: agosto, 2017).

Sánchez del Castillo, F., Moreno-Pérez E. C., Reséndiz-Melgar R. C., Colinas-León M. T., Rodríguez-Pérez J. E. 2017. Producción de pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) en ciclos cortos. *Agrociencia*. 52 (4): 437-446.

SAS, (2001). SAS User's Guide: Statistics (version 9.0) Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

Thornley, J. H. M., France J. (2007). *Mathematical Models in Agriculture, Quantitative Methods for Plant, Animal and Ecological Sciences*. Second edition. CAB International, London U. K. 435 p.