



Comportamiento agroproductivo de *Cucumis sativus* L. en diferentes ambientes de producción agroecológica

Agroproductive behavior of *Cucumis sativus* L. in different environments of agroecological production

Autores

✉ ¹Luis Enrique Párraga-Muñoz

✉ ^{2*}Jesús Enrique Chavarría-Párraga

✉ ³Ángel Ramón Sabando-García

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ESPAM MFL. Sitio El Limón. Bolívar, Manabí, Ecuador.

²Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. Vía Chone-Quito Km 11,5. Chone, Manabí, Ecuador.

³Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Santo Domingo de Los Tsáchilas. Av. Chone Km 2, Santo Domingo, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Párraga-Muñoz, L. E., Chavarría-Párraga, J. E. y Sabando-García, Á. R. (2022). Comportamiento agroproductivo de *Cucumis sativus* L. en diferentes ambientes de producción agroecológica. *La Técnica*, 12(2), 68-74. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v27i2.4385>

Recibido: Mayo 22, 2022

Aceptado: Julio 6, 2022

Publicado: Julio 7, 2022

Resumen

Actualmente los ambientes de producción agroecológicas son una alternativa para optimizar la producción en la agricultura, tanto así que, se puede duplicar la producción. El estudio se ejecutó de mayo a septiembre de 2017, en el sector de cultivos orgánicos de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM-MFL), ubicada en la provincia de Manabí, cantón Bolívar, sitio El Limón, con la finalidad de evaluar el comportamiento agroproductivo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en sistemas controlados. Se evaluaron dos ambientes de producción: semiprotegido y cielo abierto. Se utilizó el diseño de dos muestras independientes, aplicando la prueba de t para evaluar estadísticamente las variables vegetativas y de producción. Los resultados indicaron que el pepino sembrado en el ambiente semiprotegido dio los mejores resultados en las variables vegetativas y de producción. Además, las variables complementarias evaluadas, como las agronómicas y agroclimáticas presentaron mejores comportamientos. Por otro lado, fue evidenciada la infestación fitosanitaria en el ambiente de producción a cielo abierto. Por tanto, el sistema de producción agroecológica semiprotegido favorece la producción del cultivo de pepino.

Palabras clave: Cucurbitáceas; producción; casa sombra; rendimiento.

Abstract

Currently, the agroecological production environments are an alternative to optimize production in agriculture, so much so that production can be doubled. The study was executed from May to September 2017, in the organic crops sector of the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (ESPAM-MFL), located in the province of Manabí, Bolívar canton, El Limón site, in order to evaluate the agro-productive behavior of cucumber (*Cucumis sativus* L.) cultivation in controlled systems. Two production environments were evaluated: semi-protected and open sky. A two independent samples design was used, applying the t-test to statistically evaluate vegetative and production variables. The results indicate that cucumber planted in the semi-protected environment gave the best results in vegetative and production variables. In addition, the complementary variables evaluated, such as agronomic and agroclimatic variables, showed better performance. On the other hand, phytosanitary infestation was evidenced in the open sky production environment. Therefore, the semi-protected agroecological production system favors cucumber crop production.

Keywords: Cucurbitaceae; production; shade house; yield.

Introducción

El aporte de la producción agrícola y pecuaria tecnificada en el desarrollo sostenible se puede evidenciar de la siguiente manera: generación de riqueza y empleo, comercialización de alimentos, producción de alimentos de calidad, reducción de pobreza y riesgos de salud, disminución de contaminación por agroquímicos, conservación de la calidad del suelo evitando su erosión y disminución de la contaminación del agua y la atmósfera (Lal, 2004).

La agricultura brinda la oportunidad del desarrollo sostenible, siempre y cuando esté modernizada, es decir que incluya tecnología en el manejo de cultivos. Entre estas se destacan las buenas prácticas agrícolas, la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura específica por sitio, el uso de la biotecnología y recientemente el interés renovado en la producción de biocombustibles (Rizo et al., 2017).

La agroecología tiene por objeto se preocupa de sostener una forma de producir con la disminución de impactos contra la naturaleza, la parte social y económica. Todo esto frente a la agricultura convencional agresiva en los países progresistas con sus altas producciones y el uso de insumos a gran escala, factores que no reemplazan las necesidades urgentes de los que producen alimentos y de aquellos que los consumen (Ruiz y Guzmán, 2006).

Los cultivos protegidos es un método de producción en la agricultura, basado en el uso de materiales y cubiertas, que tienen como propósito la protección del vegetal frente a los problemas que se presentan en la producción a campo abierto como las plagas agrícolas. Además, recrea las condiciones adecuadas de radiación, humedad, temperatura y dióxido de carbono, logrando que la evapotranspiración del cultivo, desarrollo, crecimiento y producción de las plantas sean diferentes, aumentando la productividad y comercialización de las cosechas (Casanova, 1998; Castañeda et al., 2007; Bastida y Ramírez, 2008; Camejo et al., 2010; Ramírez et al., 2010; Moreno et al., 2011; Ramírez y Nienhuis, 2012).

El sistema de producción vegetal con ambientes protegidos y semiprotegidos inició hace cuatro décadas en España, Estados Unidos, Francia, Brasil, Italia, Israel, Holanda y Japón, donde el cultivo de tomate tiene grandiosos avances tecnológicos logrando incrementos en los rendimientos de alrededor del 50%, siendo los más competitivos y exportadores principales de este fruto. En la actualidad, los primeros países en producir hortalizas con sistemas protegidos y semiprotegidos son Israel, España y Holanda. (Hernández, 2006). En México, bajo condiciones protegidas se ha logrado mejorar la productividad de híbridos de pepino logrando producciones de 14 a 16 Kg·m⁻² mejorando la productividad de cultivares de pepino (Grijalva et al., 2011).

En Cuba hay varias unidades de cultivos protegidos que tienen experiencia en esta disciplina tecnológica, la cual se ha fortalecido con la formación ordenada de los técnicos y obreros que trabajan en ella; logrando incrementar la productividad de las especies hortícolas en comparación a los rendimientos en campo abierto (Casanova et al., 2007).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es el análisis del comportamiento agroproductivo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en diferentes ambientes de producción agroecológica, como una forma de aportar elementos concretos para que se pueda cambiar la forma de producir alimentos y que estos sean sanos y libres de tóxicos.

Metodología

Ubicación del área experimental

El estudio se efectuó en el área de cultivos orgánicos de la ESPAM-MFL, localizada en el sitio El Limón, cantón Bolívar, provincia de Manabí, ubicada geográficamente a 0°49'23" sur y 80°11'01" oeste a una altitud de 15,0 msnm, la temperatura media anual es 25,2 °C, la humedad relativa es 83,33%, la precipitación 795,4 mm y la evaporación promedio anual 1010,5 mm.

Características del experimento en campo

El trabajo experimental se efectuó entre los meses de mayo y septiembre. El tipo de suelo predominante fue franco arenoso. El área de las parcelas fue de 16 m de ancho por 30 m de largo con un área de 960 m² para todo el experimento. El ambiente de producción semiprotegido se construyó tipo capilla, utilizando caña guadua, sarán y mallas antiáfidos.

Operacionalización de las variables

Se utilizó una comparación de grupos tomando muestras iguales para evaluar las respuestas experimentales, constituyéndolo dos tratamientos. Ambiente de producción semiprotegido (AMBIENTE A) y ambiente de producción a cielo abierto (AMBIENTE B). Se formaron 15 unidades de muestreo en cada tratamiento, y cada unidad estuvo constituida por 10 plantas, tomadas al azar.

Preparación del suelo en el experimento en campo

La preparación del suelo en ambos ambientes de producción consistió en labranza mínima (pase de rastra). Luego se procedió a elaborar y llenar las platabandas utilizando el sustrato previamente preparado efectuándolo manualmente utilizando azadones y rastrillos. Las dimensiones de las platabandas fueron de 1 m de ancho por 30 m del largo. En la preparación del sustrato se utilizó suelo, materia orgánica vegetal, cascara de arroz semi descompuesta, cascara de maní molida, humus, en una relación 2-2-1-2-2, respectivamente.

Variables y registro de datos

Para llevar a cabo el registro de los datos agroclimáticos se utilizaron termómetros fijos Marca Tinytag TPG 4500 plus 2, con rangos entre -25 a + 80 °C y la humedad relativa de 0 a 100%. Esta información se registró diariamente en todo el ciclo del cultivo.

Para las variables vegetativas, en lo que respecta a altura de planta se utilizaron 10 plantas de cada unidad de muestreo, se midió la altura desde la parte basal hasta la parte apical (m) a los 15, 30 y 45 días. La variable diámetro del tallo se midió a la altura de 10 cm con respecto a la parte basal utilizando un calibrador. Este dato se registró el mismo día que se evaluó el tamaño de las plantas (30 días) y se hizo en las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad de muestreo.

Para las variables productivas, en lo referente al número de frutos por planta, en cada unidad de muestreo se consideraron 10 plantas, que fueron las mismas durante todo el estudio. Se consideraron los frutos de cada pase de cosecha, se sumaron y se promediaron para obtener este dato. En la variable diámetro de fruto, se utilizó nuevamente el calibrador, se tomó en cuenta todos los frutos por unidad de muestreo, se promedió y expresó en cm. Para la variable longitud del fruto, se determinó mediante el uso de un flexómetro tomando la medida desde ambos extremos, luego se calculó el promedio de estos valores. Para esto, se evaluaron todos los frutos cosechados en las plantas seleccionadas por unidad de muestreo. En la variable biomasa del fruto se utilizó una balanza de precisión, para todos los frutos en cada pase de cosecha, se calculó la biomasa promedio de los frutos, por unidad de muestreo. Este resultado se expresó en g·fruto⁻¹ y kg·ha⁻¹. Finalmente, para el número de frutos·ha⁻¹, se contaron todos los frutos cosechados en cada unidad de muestreo, para obtener el promedio por lote y se estableció el rendimiento·ha⁻¹.

Análisis estadístico

Los valores obtenidos fueron sometidos a pruebas estadísticas con el fin de testear normalidad, linealidad y homocedasticidad de las variables para los diferentes grupos de comparación (Kolmogorov Smirnov y Levene). Se utilizó el estadístico t Student para las muestras independientes. Estos modelos estadísticos de comparación de medias se realizaron mediante el programa SPSS versión 25.

Resultados

Se muestra en la tabla 1, los resultados de las variables vegetativas obtenidos en la investigación, entre ellos, la altura de la planta, en donde, mediante el análisis estadístico para dos muestras heterogéneas, utilizando la prueba de “t” presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio ($p < 0,01$). En lo referente a la altura de la planta a los 15 días, el ambiente A (semiprotegido) prevaleció con un promedio de 14,76 cm y el ambiente B (cielo abierto) con 12,86 cm. A los 30 días la altura de la planta, en el ambiente semiprotegido

fue el que predominó con 84,43 cm, el cual superó al ambiente a cielo abierto con 70,06 cm. De igual manera ocurrió en la variable altura de la planta a los 45 días con 275,40 cm para el lote semiprotegido y 160,31 cm para el lote a cielo abierto. La variable diámetro del tallo mostró la existencia de variación significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$) donde prevaleció el ambiente semiprotegido con 0,71 cm, y el ambiente sembrado a cielo abierto con 0,63 cm. Cabe indicar que el supuesto de normalidad se cumplió para todos los tratamientos en estudio. Sin embargo, el supuesto de igualdad de varianzas se presentó para las variables respuestas altura de planta a los 45 días y diámetro del tallo ($p > 0,05$).

Tabla 1. Identificación de altura y diámetro del tallo de pepino.

Tratamientos	Variables vegetativas							
	Altura de planta a los 15 días (cm)		Altura de planta a los 30 días (cm)		Altura de planta a los 45 días (cm)		Diámetro del tallo (cm)	
	M	D.T	M	D.T	M	D.T	M	D.T
Ambiente A	14,76 a	0,59	84,43 a	7,55	275,40 a	10,92	0,71 a	0,06
Ambiente B	12,86 b	0,98	70,06 b	12,89	160,31 b	10,86	0,63 b	0,05
T	T=6,40; p=0,000		T=3,73; p=0,001		T=28,94; p=0,000		T=3,91; p=0,001	
Levene	0,030		0,035		0,528		0,101	
SW	0,498		0,669		0,105		0,124	

M=Media; D.T.=Desviación típica; T=Test de student; SW=Test de Shapiro Wilk.

Muestra la tabla 2 los resultados de los parámetros productivos obtenidos en la investigación, el análisis estadístico para dos muestras independientes, utilizando la prueba de “t” mostró que hubo diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en el número de frutos·planta⁻¹, el ambiente A (semiprotegido) prevaleció con un promedio de 5,45 frutos y el ambiente B (cielo abierto) con 2,19 frutos. Para la variable frutos·ha⁻¹, hubo diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), donde la producción en el ambiente semiprotegido fue de 123.237,07 frutos·ha⁻¹ el cual superó a la producción del lote a cielo abierto con 74.406,7 frutos·ha⁻¹. De igual manera ocurrió en la variable longitud de frutos con 23,85 cm para el tratamiento semiprotegido y 19,75 cm para el lote a cielo abierto.

La biomasa del fruto de pepino presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), reportando valores de 476,7 g·fruto⁻¹ en el ambiente semiprotegido y 379,20 g·fruto⁻¹ en el área sembrada a cielo abierto. Para la variable biomasa de frutos·ha⁻¹ se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), donde se reportó 52.994,07 kg para el ambiente semiprotegido y 16.061,27 kg para el lote a cielo abierto, considerando una densidad poblacional de 2,25 plantas·m⁻², resultando 2,35 kg·m⁻² para el ambiente semiprotegido y 0,71 kg·m⁻² para el lote a cielo

abierto. En la variable diámetro de los frutos hubo diferencias altamente significativas ($p<0,01$), en donde se observaron resultados de 5,82 cm para el ambiente semiprotegido y 5,27 cm para los frutos del ambiente a cielo abierto. Es necesario acotar que se cumplió el supuesto de la normalidad para todos los tratamientos en estudio según el test de Shapiro Wilk (sw), mientras que, el test de Levene presentó heteroscedasticidad para la variable biomasa de los frutos y biomasa de frutos·ha⁻¹ ($p<0,05$), las otras cumplieron el supuesto de la homocedasticidad ($p>0,05$), por lo tanto, el t de student se aplicó para igualdad de varianzas y no igualdad de varianzas.

Los datos presentados en la figura 1 fueron los promedios semanales de temperatura de los dos ambientes de producción, donde se evidenció la diferencia importante entre el lote de producción semiprotegido y a cielo abierto. En el ambiente de producción semiprotegido las temperaturas registradas fluctuaron entre 27,4 y 31,1 °C. En el ambiente de producción a cielo abierto las temperaturas variaron entre 29,8 a 33 °C. Se constató que en el ambiente de producción semiprotegido la temperatura tendió a disminuir entre 1 a 5 °C mientras que, en el ambiente a cielo abierto la temperatura promedio se situó por encima de 30 °C.

La tabla 3 muestra los datos encontrados en las variables agronómicas complementarias. En el caso de días a la germinación no hubo diferencias; sin embargo, en los días a la floración hubo una notable diferencia de 9 días de retardo por parte del lote semiprotegido (40 días) en comparación con el lote sembrado a cielo abierto (31 días).

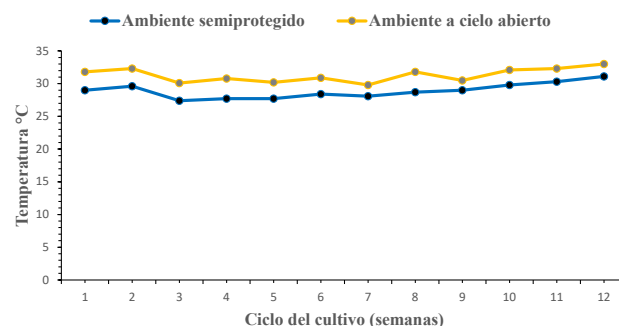


Figura 1. Temperaturas registradas en los ambientes de producción del cultivo de pepino.

En la variable días a la cosecha, la diferencia registrada fue de 13 días de retraso (57 días) en el lote semiprotegido, en comparación con el lote a cielo abierto (44 días). El ciclo vegetativo en el ambiente de producción semiprotegido fue de 95 días y de 65 días en el que fue sembrado a cielo abierto, estableciendo una considerable diferencia entre ambos ambientes, tomando en cuenta que la temperatura siempre fue entre 3 y 4 °C menos en el ambiente de producción semiprotegido sumado al fuerte ataque de insectos plagas como: trips (*Frankiniella occidentalis*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) en el lote a cielo abierto.

Discusión

El crecimiento vegetativo del pepino se vio influenciado por la estructura del ambiente de producción semiprotegido y el sarán

Tabla 2. Promedio de las variables de producción del cultivo de pepino.

Tratamientos	Variables de producción											
	Frutos·planta ⁻¹		Frutos·ha ⁻¹		Longitud del fruto (cm)		Biomasa de fruto (g)		Biomasa de fruto·ha ⁻¹ (kg)		Diámetro de fruto (cm)	
	M	D.T	M	D.T	M	D.T	M	D.T	M	D.T	M	D.T
Ambiente A	5,45a	0,66	123237a	13914,76	23,85a	4,75	476,70a	17,39	52994a	16987,54	5,82a	0,63
Ambiente B	2,19b	0,45	49604b	10176,49	19,75b	2,49	379,20b	35,46	16061b	3430,24	5,27b	0,98
T	T=15,93; p=0,000		T=16,54; p=0,000		T=4,72; p=0,000		T=9,52; p=0,000		T=8,25; p=0,000		T=2,16; p=0,039	
Levene	0,193		0,226		0,137		0,033		0,000		0,187	
SW	0,659		0,570		0,518		0,654		0,103		0,100	

Medias seguidas con igual letra, no difieren estadísticamente (t Student, $p>0,05$).
Long= longitud; M=Media; D.T=Desviación típica; T=Test de student; SW=Test de Shapiro Wilk.

(35%) registrándose las mayores alturas a los 15, 30, y 45 días en este ambiente.

Tabla 3. Variables agronómicas complementarias evaluadas en los ambientes de producción en el cultivo de pepino.

Ambientes de producción	Variables evaluadas			
	Días a la germinación	Días a la floración	Días a la cosecha	Ciclo vegetativo (días)
Semiprotegido	4,0	40	57	95
Cielo abierto	4,0	31	44	65

Este comportamiento se consiguió por la sombra del 35% que emitió este material en beneficio de la planta. Además, al mantener el suelo con una capacidad de campo excelente y el aprovechamiento del agua de una manera constante lo que coincidió con lo manifestado por Oviedo (2004), el cual indicó que, las plantas presentaron daños, disminución de crecimiento, ataque de plagas y enfermedades, bajas de producción, desordenes fisiológicos y la muerte cuando fueron sometidas a climas adversos.

Los resultados se contrastaron con investigaciones en cultivares de pepino en ambientes protegidos, donde Cardoso (2002), obtuvo un rendimiento comercial de 19,1 a 41,3 frutos·planta⁻¹ evaluando siete genotipos de pepino en Brasil en época de verano. Sin embargo, Rahil y Qanadillo (2015) cultivaron pepino en invernadero, donde recolectaron de 24 a 31 frutos·planta⁻¹. Dichos valores fueron mayores a los encontrados en este estudio, debido a que el material vegetal utilizado presentó características productivas de 5 a 12 frutos.

Por otro lado, en Murcia, Gómez et al. (2006) cultivaron un genotipo de pepino y encontraron longitudes de fruto que variaron entre 14,4 y 16,4 cm. Estos resultados fueron menores a los encontrados en este estudio, evidenciando la diversidad real de los cultivares de pepino. Té (2008) encontró que la biomasa del fruto de pepino americano en invernadero y con temperaturas ambientes de 33 °C varió entre 300 a 400 g. Así mismo, Cardoso (2002) en evaluaciones realizadas en Brasil, para siete genotipos de pepino cultivados en invernadero en época de verano, encontró 279,2 y 300,8 g de biomasa promedio del fruto. Los resultados obtenidos en el actual estudio se asemejan a los encontrados por Chacón y Monge (2016) en Costa Rica en donde evaluó seis genotipos de pepino en ambientes de producción protegido, cuyos resultados encontrados fueron biomasa promedio del fruto de 439,75 a 480,82 g.

Así mismo, Barraza (2012) obtuvo una producción que fluctuó entre 21,27 y 27,33 kg·m⁻² cultivando 3,33 plantas·m⁻² para el cultivo de pepino. López et al. (2011) en pepino encontraron que el rendimiento comercial en ambientes protegidos varió entre 9,36 y 16,04 kg·m⁻². Jasso-Chaverría et al. (2005) cultivaron pepino en ambientes protegidos donde obtuvieron diámetros de frutos que variaron entre 3,50 y 3,70 cm. Así mismo, en

una investigación realizada por Chacón y Monge (2017) en Costa Rica bajo el ambiente de producción protegido en época de verano se encontraron diámetros del fruto de pepino que oscilaron entre 4,27 y 4,38 cm. Los resultados fueron menores a los obtenidos en esta investigación.

También, Gómez et al. (2006) en España, cultivaron un genotipo de pepino encontrando diámetros del fruto que variaron entre 4,60 y 5,80 cm. Estos datos fueron similares a los valores alcanzados en la presente investigación. La siembra de pepino en ambientes de producción semiprotegidos dio como resultado una mayor producción en cantidad y calidad de frutos, con nueve pases de cosecha, lo cual se debió a la longevidad que adquirieron las plantas en estos ambientes de producción, sumado al casi nulo estrés hídrico. Estos resultados concordaron con lo manifestado por Avendaño (2005), el cual expresó que, con temperatura ambiente por encima de los 30 °C, los vegetales sufren desordenes fisiológicos, los mismos que se expresan en la disminución en el rendimiento de frutos y la longevidad de la planta.

El ambiente de producción semiprotegido crea temperaturas ambientales favorables para el desarrollo del cultivo de pepino en comparación de una producción del cultivo a cielo abierto. El ambiente de producción a cielo abierto presentó temperaturas que estuvieron por encima del umbral del cultivo de pepino que fue de 32 °C (Perry y Wehner, 1996), con lo cual la planta sufre desordenes fisiológicos, los mismo que se vieron reflejados en el tamaño de planta, producción de frutos y longevidad de la planta. El ambiente de producción semiprotegido crea microclimas favorables para la producción del cultivo de pepino. Resultados que concordaron con los obtenidos por Altieri y Nichols (2000) y Poincelot (2004) donde expresaron que la creación de microclimas favorables a la producción de hortalizas puede ser visto como una práctica favorable a la sostenibilidad.

El comportamiento de las variables reproductivas complementarias del cultivo de pepino fue influenciado por los ambientes de producción. Resultados que contrastaron con lo manifestado por Zambrano y Zambrano (2011), quienes manifestaron que la floración en el sistema orgánico de pepino se dio a los 33 días de edad del cultivo. Sin embargo, López et al. (2015) en México, cultivaron pepinos en invernaderos encontrando la floración a los 28 días después del trasplante (ddt). Por su parte, trabajos realizados por Hoyos et al. (2012) en Colombia, a 1522 msnm, en donde cultivaron pepino en invernadero, presentaron cosechas entre los 52 y 58 ddt.

Así mismo Sediya et al. (2014) en Brasil, cultivo pepino a campo abierto con temperatura media de 21,8 °C en el cual la cosecha inicio a los 52 días después de la siembra. Por otra parte, en Colombia, Monsalve, Casilimas y Bojacá (2011) en un ensayo de pepino en invernadero, donde la temperatura predominante fue 16 °C y la humedad relativa fue de 90,5% alcanzaron el inicio de la cosecha a los 86 y 91 ddt. En México, López et al. (2015) encontraron que la cosecha inició a los 67 ddt en genotipos de pepino Modan a 150 msnm. También, Barraza (2015) en otro

ensayo realizado en México, encontró que el pepino inició su cosecha a los 49 ddt, en donde las condiciones climáticas predominantes fueron 87,5% de humedad relativa, 21,8 °C de temperatura, con de 27,2 °C de temperatura máxima y 14,5 °C de temperatura mínima.

En Costa Rica, Chacón y Monge (2017a) cultivaron cinco genotipos partenocárpico tipo americano de pepino en ambientes protegidos, en donde a los 31 ddt inició la cosecha para todos los genotipos evaluados. Las diferencias entre los días de inicio de cosecha en el cultivo de pepino se deben a las temperaturas que tiene cada ambiente de producción. En esta investigación a campo abierto se pudo evidenciar precocidad en el inicio de cosecha, mientras que ambiente semiprotegido se retrasó la cosecha, debido a que las temperaturas en este ambiente de producción fueron menores que a campo abierto.

Finalmente, Grijalva et al. (2011) manifestaron que las diferentes temperaturas en el interior de un invernadero conllevaron a una variabilidad en los inicios de cosecha del cultivo de pepino, por lo tanto, la planta retardó su crecimiento y atrasó el desarrollo del fruto. Ramírez y Nienhuis (2012) indicaron que los sistemas de cultivos protegidos constituyeron una alternativa productiva, utilizando materiales, estructuras y equipos que viabilizaron el manejo agronómico y la producción de hortalizas en climas desfavorables.

Conclusiones

El crecimiento vegetativo del cultivo de pepino está influenciado por la temperatura y el porcentaje de sombra que genera el ambiente de producción semiprotegido. El sistema de producción agroecológica con ambiente de producción semiprotegido minimiza la presencia de insectos plagas y favorece la producción del cultivo de pepino.

Se evidencia que en el ambiente de producción semiprotegido la calidad de los pepinos obtenidos es mayor, con relación al tamaño y la biomasa, debido a las condiciones físicas y nutritivas controladas. Sin embargo, aun cuando en el ambiente de producción a cielo abierto la velocidad de floración y crecimiento es mayor, la relación tamaño:biomasa es menor, lo que ratifica que las condiciones semiprotegidas son más rentables para el productor.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

Altieri, M. y Nichols, C. (2000). *Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Primera Edición ed. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Avendaño, J. (2005). *Invernaderos tropicales o casa de cultivos protegidos, Bolivia*. Jornadas Iberoamericanas de Agroecología y Plasticultura.

Barraza, F. (2012). Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Temas Agrarios*, II(17), 18-29. DOI:<https://doi.org/10.21897/rta.v17i2.699>.

Barraza, F. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, I(9), 60-71.

Bastida, A. y Ramírez, J. (2008). *Los invernaderos en México*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.

Camejo, L., Duarte, L., Companioni, J. y Paneque, P. (2010). Tecnología de riego y fertirrigación en ambientes controlados. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, I(19), 95-97.

Cardoso, A. (2002). Avaliação de cultivares de pepino tipo caipira sob ambiente protegido em duas épocas de semeadura. *Bragantia*, I(61), 43-48. DOI:<https://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052002000100007>.

Casanova, A. (1998). *El cultivo protegido de hortalizas en Cuba*. La Habana: Ramírez Neyda.

Casanova, A. S. (2007). *Manual para la producción protegida de hortalizas*. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" Ministerio de la Agricultura. 112 p.

Castañeda, R., Ventura, E., Peniche, R. y Herrera, G. (2007). Análisis y simulación del modelo físico de un invernadero bajo condiciones climáticas de la región central de México. *Agrociencia*, 41, 317-335.

Chacón, K. y Monge, J. (2016). Evaluación del rendimiento y la calidad de seis genotipos de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, X(2), 323-332. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5069>.

Chacón, K. y Monge, J. (2017a). Evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino tipo mini (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica, durante la época seca. *Tecnología en Marcha*, XXX(1), 14-26. DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v30i1.3061>.

Chacón, K. y Monge, J. (2017b). Rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivado bajo invernadero. *Revista Pensamiento Actual*, XVII(29), 39-50. DOI:<https://doi.org/10.15517/pav17i29.31550>.



- Gómez, M., Fernández, J. y Baile, A. (2006). Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons. *Scientia Horticulturae*, CX(1), 68-78. DOI:https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.021.
- Grijalva, R., Macías, R., Grijalva, S. y Robles, F. (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. *Bioteconia*, XIII(1), 29-36. DOI:https://doi.org/10.18633/bt.v13i1.78.
- Hernández, L. (2006). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, XXVII(2), 13-25.
- Hoyos García, D., Morales Osorio, J. G., Chavarria Ardila, H., Montoya Ríos, A. P., Correa Londoño, G. y Jaramillo Villegas, S. del C. (2012). Acumulación de grados-día en un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un modelo de producción aeropónico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, DXV(1), 6389-6398.
- Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G., Hochmuth, R. y Sargent, S. (2005). Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *Hort Technology*, XV(3), 565-571. DOI:https://doi.org/10.21273/horttech.15.3.0565.
- Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Environment International*, XXX(7), 981-990. DOI:https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.03.005.
- López Elías, J., Garza Ortega, S., Jiménez León, J., Huez López, M. A. y Rueda Puente, E. O. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, XI(24), 25-36.
- López, J., Rodríguez, J., Huez, M. y Garza, S. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *Idesia*, XXVIII(2), 21-27. DOI:https://doi.org/10.4067/S0718-34292011000200003.
- Monsalve, O., Casilimas, H. y Bojacá, C. (2011). Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, V(1), 69-82. DOI:https://doi.org/10.17584/rch.2011v5i1.1254.
- Moreno, A., Aguilar, J. y Luévano, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XXIX, 763-774.
- Oviedo, F. (2004). *Los invernaderos y el medio ambiente, Almería: Encuentro medio ambiental almeriense: en busca de soluciones*.
- Perry, K. and Wehner, T. (1996). A heat unit accumulation method for predicting cucumber harvest date. *Hort. Technology*, VI(1), 27-30. DOI:https://doi.org/10.21273/horttech.6.1.27.
- Poincelot, R. (2004). Sustainable Horticulture: Today and Tomorrow. Estados Unidos: Prentice Hall.
- Rahil, M. and Qanadillo, A. (2015). Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop. *Agricultural Water Management*, CXXXVIII, 10-15. DOI:https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.09.005.
- Ramírez, C. y Nienhuis, J. (2012). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, XXV(2), 10-20.
- Ramírez, R., Aguilar, J. y León, R. (2010). *Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica, San José, Costa Rica*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Rizo, M., Vuelta, D. y Lorenzo, A. (2017). Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC*, 2, 106-120.
- Ruiz, A., y Guzmán, E. S. (2006). *Agroecología y consumo responsable: teoría y práctica*. Kehaceres.
- Sediyama, M. a. N., Nascimento, J. L. M., Lopes, I. P. C., Lima, P. C. y Vidigal, S. M. (2014). Tipos de poda em pepino dos grupos aodai, japonês e caipira. *Horticultura Brasileira*, XXXII(4), 491-496. DOI:http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620140000400020.
- Té, E. (2008). Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Zambrano, E. y Zambrano, V. (2011). Estudio comparativo y manejo de dos sistemas de siembra convencional y orgánico en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). Manabí, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.

Contribución de los autores

Autores	Contribución
Luis Enrique Párraga-Muñoz	Diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
Jesús Enrique Chavarria-Párraga	Revisión bibliográfica, análisis de datos interpretación de los datos y revisión del contenido del manuscrito.
Ángel Ramón Sabando-García	Aplicación de Software estadístico, análisis e interpretación.